

# シカ食害下の秩父山地における不嗜好性植物による 緑化のための播種試験

五十嵐勇治<sup>\*1</sup>・高德佳絵<sup>\*1</sup>・吉田弓子<sup>\*1</sup>・木村恒太<sup>\*2</sup>・鈴木智之<sup>\*1</sup>

## Seeding experiments to use native unpalatable plants for revegetation in sika deer-grazed areas in the Chichibu mountains

Yuji IGARASHI<sup>\*1</sup>, Kae TAKATOKU<sup>\*1</sup>, Yumiko YOSHIDA<sup>\*1</sup>, Kota KIMURA<sup>\*2</sup>, Satoshi SUZUKI<sup>\*1</sup>

### 1. はじめに

近年、日本各地でニホンジカ (*Cervus nippon*, 以下、シカ) の個体数増加・分布拡大とそれに伴う植生への影響が問題となっている (Takatsuki 2009, 小泉 2011)。埼玉・群馬・長野・山梨・東京の1都4県にまたがる秩父山地においても、シカの生息密度が2000年頃から増加しはじめ、採食による林床植生の衰退が進んでいる (崎尾ら 2013, 埼玉県 2015)。植生の衰退によって裸地化が進むと、土壤の浸食が進行し (石川ら 2007)、水源涵養機能などの森林の持つ公益的機能が低下するなど、様々な問題が生ずる。裸地化を軽減する手段の一つとして播種がある。しかし、森林での崩壊地の復旧や道路沿いに多用される外来牧草による緑化はシカに多量の餌資源を供給することとなり、個体数の増加や分布域の拡大を引き起こし、事態をさらに悪化させる可能性がある (高槻 2001, 三谷ら 2005)。また、外来種の導入による生態系への影響も懸念される (日本緑化工学会 2002)。そのため、シカの不嗜好性が強い、在来植物種を用いた緑化が注目されている (下園ら 2009, 田代ら 2013)。兵庫県のスギ林分や伐採跡地では、その地域に優占する不嗜好性植物が緑化材料として有用であるとの報告がある (石田 2012)。しかし、不嗜好性植物が自然環境下で発芽・生育するための環境条件に関する知見は少ない。また、有効な種も地域によって異なる可能性もある。今回、秩父山地に生育する不嗜好性植物について、播種試験を行い、緑化材料としての有用性や早期の植生回復の可能性について検討したので、報告する。

### 2. 概況と方法

#### 1) 概況

埼玉県秩父市大滝に位置する東京大学大学院農学生命科学研究科附属秩父演習林内で、シカの食害のために植物がほとんど生えていない開けた場所3箇所 (19, 28, 29林班) を調査地とした (図-1, 2)。19林班の調査地は、約80年生の落葉広葉樹を主体とする二次林内にある。約15年前は高さ10m未満の樹木が点在し、つる植物に覆われていたが、主にシカによる食害の影響により支える樹木やつる植物が枯損し、裸地化したと考えられる (図-2)。斜度は22度、標高は1,260mである。28林班の調査地は、林道に隣接しており、1997年に終了した林道開設工事

※1 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林秩父演習林  
The University of Tokyo Chichibu Forest, The University of Tokyo Forests, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

※2 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林北海道演習林  
The University of Tokyo Hokkaido Forest, The University of Tokyo Forests, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

に伴い発生した残土の処理用地（盛土地，約20m×30m）（図-2）である。斜度は35度，標高は1,140mである。29林班の調査地は，2001年に二次林を皆伐した後（約0.1ha），同年にスギを植栽したが，シカの食害や気象害によりスギが枯損し，裸地化（約10m×15m，2箇所）した箇所である（図-2）。斜度は11度，標高は1,110mである。

各調査地に5m×6mの防鹿柵を2箇所設置した。各柵の柵内と柵外すぐそばにそれぞれ1m×1mの柵（以下，1m柵）を16個設置した（4m×2m柵を2個，0.5m離して設置）（図-3）。この16個の柵をまとめて以下「4m柵」と称する。4m柵は，3調査地×2柵×柵内外で計12柵設置した。

## 2) 不嗜好性植物の播種

播種した植物は，秩父山地に自生し，シカの不嗜好性が強いアシボソ *Microstegium vimineum*，ネズミガヤ *Muhlenbergia japonica*，ハシリドコロ *Scopolia japonica*，ヒトリシズカ *Chloranthus japonicus*，フタリシズカ *Chloranthus serratus*，アセビ *Pieris japonica*，オオバアサガラ *Pterostyrax hispida* の7種と，比較として嗜好性が強いクサコアカソ *Boehmeria gracilis*，フサザクラ *Euptelea polyandra*，リョウブ *Clethra barbinervis* の3種，計10種である。なお，不嗜好性植物並びに嗜好性植物は，橋本・藤木（2014），神奈川県（2016）および著者らの観察に基づく。

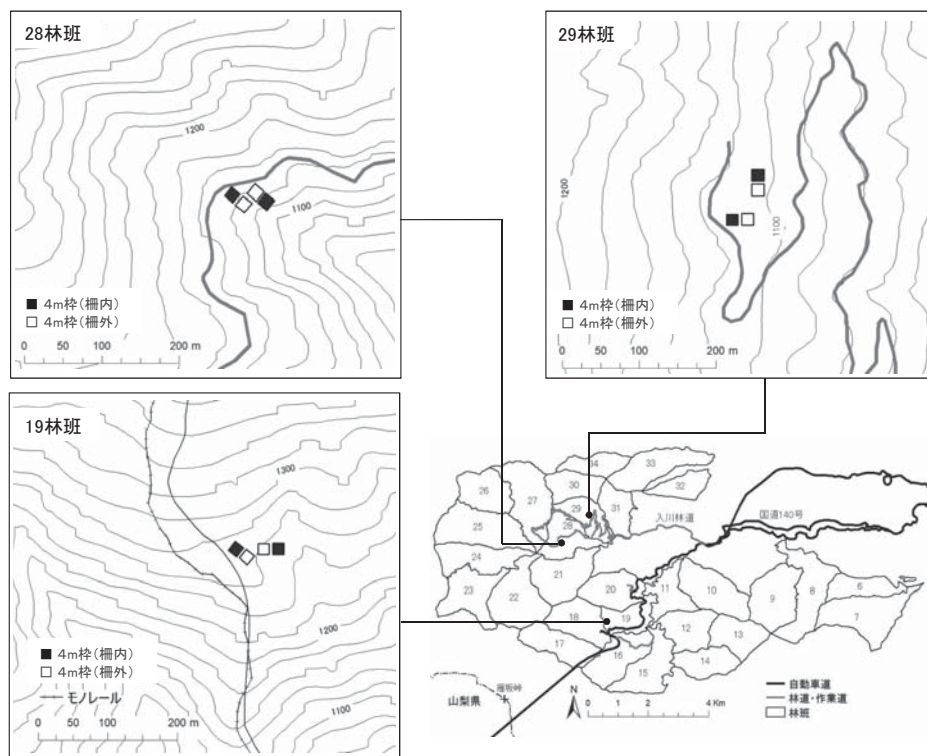


図-1. 秩父演習林と調査地の位置

Fig. 1. Location of the University of Tokyo Chichibu Forest and study sites.



図-2. 裸地化した林内。支柱の間隔は約3m。19林班の写真上部はつる植物。  
Fig. 2. Bare land area in the three sites. Props were set at 3 m intervals. Trees on the upper side of the picture of the 19th forest compartment (upper panel) were covered by vines.



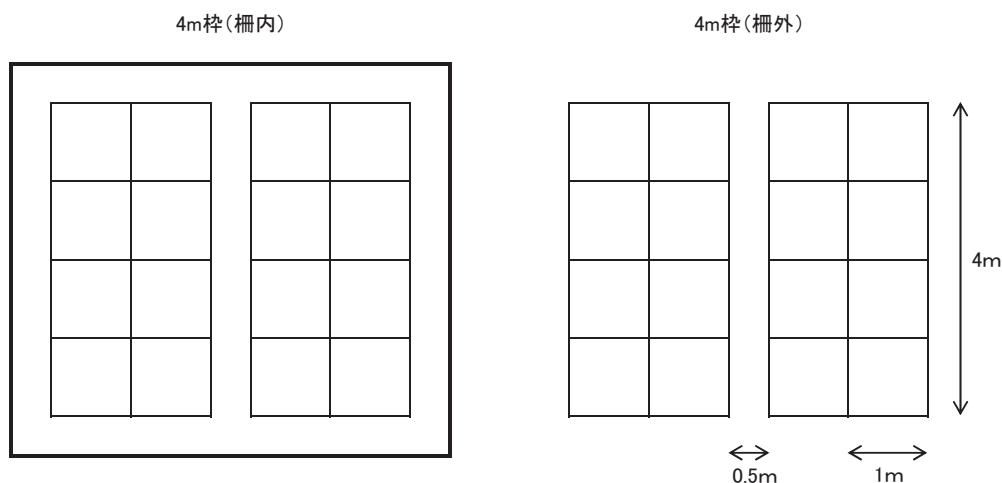


図-3. 4m 枠の見取図。各 4m 枠から 1m 枠を 14 個選択しコドラートとした（播種区 10 個、対照区 4 個）。  
 Fig. 3. Experimental design, with pairs of fenced and unfenced plots. In each plot (4 × 4.5 m), 14 quadrats (1 × 1 m) were randomly selected for seeding (n = 10) or control (n = 4) treatments (two of the 16 quadrats shown in the figure were excluded).

種子は、それぞれの結実期であった 2014 年 7 月または 10 月に果実ごと採取し、そのまま自然乾燥の状態で作成した（7 月採取は乾燥後、冷暗所に保存）。2014 年 11 月に、各調査区の 4m 枠からそれぞれ 1m 枠を任意に 10 個選び、一つの枠に対し 1 種類の植物を播種した。なお、果実に翼や萼があるフサザクラやオオバアサガラなどはそのまま散布した。1m<sup>2</sup> 当りの播種した量は、アシボソ 1.5g、ネズミガヤ 1.0g、ハシリドコロ 1.5g、ヒトリシズカ 5.0g、フタリシズカ 5.0g、アセビ 5.0g、オオバアサガラ 3.5g、クサコアカソ 1.0g、フサザクラ 2.0g、リョウブ 2.5g である。播種した種子は計数していないが、全ての種子が発芽した場合の被度は 100% が期待されるだけの量をまんべんなく播いた。また、覆土などの処理は行わなかった。播種した 10 個の枠の配置は、調査地により異なるが、各柵の内外の二つの 4m 枠では同じ配置にした。

### 3) 植生調査

植生調査は、播種した翌年の 2015 年 9 月に 1 回実施した。播種した 1m 枠（以下、播種区）の他に、播種していない 1m 枠を 4m 枠から 4 個選び、対照区とした。播種区および対照区の 1m 枠について、全体の植被率（%）を目測し、出現種の種名を記録、全体の最大高（cm）を測定した。播種区については、それぞれの区画で播種した種のみについて、それぞれの被度（%）を目測し、最大自然高を測定した。なお、被度 1% 未満の種は +（プラス）と記録した。また、播種した種の出現状況について、種と同じ種が確認できた 1m 枠を 1 として数えた。播種 2 年後の 2016 年 9 月に写真撮影による調査を行った。

## 3. 結果と考察

### 1) 播種した種の出現率と被度・最大高

植生調査の結果を表-1、播種した 10 種の播種区及び対照区における出現率を図-4 に示す。アセビを除いた 9 種に出現がみられた。9 種の出現率はすべて対照区より播種区の方が高く、播

表-1. 植生調査の結果

Table 1. Occurance, cover and maximum height of seeded species and total cover and maximum height of vegetation at each quadrat.

	19林班A		19林班B		28林班A		28林班B		29林班A		29林班B		
	柵内	柵外	柵内	柵外	柵内	柵外	柵内	柵外	柵内	柵外	柵内	柵外	
アシボソ播種区	播種した種の出現	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	
	被度 (%)	35	2	85	1	85	2	85	3	93	15	85	20
	最大高 (cm)	40	5	43	5	50	9	70	7	56	21	66	14
	植被率 (%)	40	10	90	30	90	50	90	25	95	65	90	45
	全体最大高 (cm)	40	12	43	25	50	12	70	7	56	38	66	36
ネズミガヤ播種区	播種した種の出現	無	有	有	有	有	有	無	無	有	有	有	
	被度 (%)		2	8	5	4	1			5	20	40	60
	最大高 (cm)		8	14	10	25	14			45	16	39	15
	植被率 (%)	5	8	80	25	60	10	55	30	80	80	80	70
	全体最大高 (cm)	25	12	170	11	28	14	23	9	45	31	40	23
ハンリドコロ播種区	播種した種の出現	無	有	有	有	無	無	有	無	無	有	無	無
	被度 (%)		+	+	1			10			+		
	最大高 (cm)		4	5	6			9			6		
	植被率 (%)	45	8	70	80	70	30	70	20	60	60	80	40
	全体最大高 (cm)	31	12	49	6	23	7	45	10	43	22	46	31
ヒトリズカ播種区	播種した種の出現	無	無	無	無	無	無	無	有	無	無	無	無
	被度 (%)								1				
	最大高 (cm)								5				
	植被率 (%)	1	4	40	20	80	20	50	20	80	70	90	20
	全体最大高 (cm)	3	5	30	10	23	17	24	6	33	21	49	37
フタリズカ播種区	播種した種の出現	無	無	有	無	無	無	無	無	有	無	有	無
	被度 (%)			+						1		+	
	最大高 (cm)			6						34		5	
	植被率 (%)	25	3	80	60	60	30	5	30	60	55	60	10
	全体最大高 (cm)	36	4	39	14	37	20	23	7	34	28	61	28
アセビ播種区	播種した種の出現	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
	被度 (%)												
	最大高 (cm)												
	植被率 (%)	50	4	35	40	70	50	40	40	75	45	70	25
	全体最大高 (cm)	35	5	65	11	38	18	8	30	51	25	41	32
オオバアサガラ播種区	播種した種の出現	有	有	無	有	有	有	有	有	無	有	有	有
	被度 (%)	1	+		2	1	+	10	3		1	1	1
	最大高 (cm)	5	3		13	5	6	33	9		14	15	13
	植被率 (%)	25	10	60	25	80	10	50	10	60	45	60	35
	全体最大高 (cm)	40	13	85	13	30	6	33	9	54	15	52	37
クサコアカソ播種区	播種した種の出現	有	有	有	有	有	有	有	有	無	有	有	有
	被度 (%)	3	1	3	1	1	2	15	4		+	45	15
	最大高 (cm)	8	6	9	5	6	6	15	8		4	39	9
	植被率 (%)	10	8	20	50	30	40	30	40	50	30	100	40
	全体最大高 (cm)	16	13	25	10	27	8	15	9	46	30	55	32
フサザクラ播種区	播種した種の出現	無	有	有	有	有	無	有	無	有	有	無	有
	被度 (%)		1	4	+	+		+		1	1		1
	最大高 (cm)		6	19	5	4		4		5	8		9
	植被率 (%)	3	5	40	25	60	5	60	10	70	60	90	35
	全体最大高 (cm)	7	7	19	5	40	13	13	7	38	38	45	29
リョウブ播種区	播種した種の出現	有	有	有	有	無	無	無	無	無	有	無	無
	被度 (%)	+	+	1	+						+		
	最大高 (cm)	4	1	10	2						5		
	植被率 (%)	45	2	50	40	70	50	60	10	75	75	70	20
	全体最大高 (cm)	42	8	55	8	40	10	17	9	37	37	64	60
対照区1	植被率 (%)	20	3	60	25	50	30	25	10	65	60	95	30
	全体最大高 (cm)	15	10	140	16	33	14	15	6	38	30	43	29
	植被率 (%)	30	10	85	80	40	30	60	10	85	60	30	15
対照区2	全体最大高 (cm)	41	10	55	11	40	10	50	7	45	27	56	46
	植被率 (%)	40	5	30	30	80	40	10	30	60	50	70	25
対照区3	全体最大高 (cm)	61	4	145	15	40	16	10	10	36	39	48	30
	植被率 (%)	55	4	15	40	80	15	30	25	80	60	95	40
対照区4	全体最大高 (cm)	35	9	16	8	35	15	10	5	42	46	52	38
	植被率 (%)	36.3	5.5	47.5	43.8	62.5	28.8	31.3	18.8	72.5	57.5	72.5	27.5
対照区平均	全体最大高 (cm)	38.0	8.3	89.0	12.5	37.0	13.8	21.3	7.0	40.3	35.5	49.8	35.8

種による効果が認められた。特にアシボソ、ネズミガヤ、クサコアカソ、フサザクラは播種区の出現率が50%を超え、対照区とは20%以上の差があり、その効果が大きかった。なお、播種した種に隣接した対照区において、散布種子の飛散による影響と思われる出現があったことから、対照区における当該種の出現率はずっと小さかったと言える。また、柵の有無で比較した場合、播種区及び非播種区ともに出現率に大きな差はなかった。

次に、10種の平均被度を図-5に示す。10%以上の被度があった種は、柵内ではアシボソ(78%) (図-6)、ネズミガヤ(14.3%)、クサコアカソ(13.4%)の3種であった。柵外ではネズミガヤ(17.6%) (図-7)のみであった。一方、平均最大高(図-8)でみると、10cm以上の高さがあった種は、柵内ではアシボソ(54cm)、ネズミガヤ(30.8cm)、クサコアカソ(15.4cm)、フタリシズカ(15cm)、オオバアサガラ(14.5cm)の5種であり、柵外ではネズミガヤ(12.6cm)とアシボソ(10.2cm)の2種であった。不嗜好性植物のアシボソは柵内では旺盛に生育していたが、柵外ではその被度および高さが大きく減少しており、シカ等動物による影響があったことが示唆される(図-6)。柵外において、アシボソに対するシカ等による食痕はほとんど見られず(著者らによる観察)、動物の踏み荒らしによる林床の攪乱が発芽や成長に影響を及ぼした可能性がある。また、アシボソは他地域では採食されるが生育が可能な採食耐性植物(神奈川県2016)に分類されており、発芽後初期の段階で採食されていた可能性もある。ネズミガヤは最大高が柵内に比べ柵外で約半分になったものの、被度では柵内外で大きな差はなくとも平均10%以上あり、シカ等の動物による影響を受けにくい種であると考えられた。一方、調査地間での生育の程度の違いが大きく、急斜面の調査地(19林班, 28林班)では被度が低く、緩斜面の29林班で被度が高かったことから、生育条件として斜度が重要であることが示唆された。10種の中でアシボソとネズミガヤの生育が良好であった理由として、これらはイネ科の植物で耐乾性が強いことから、明るい開けた林内に設置した調査地の環境が生育に適したと思われる。オオバアサガラは被度が3%未満の区画がほとんどであったが、28林班の柵内の1区は10%であ

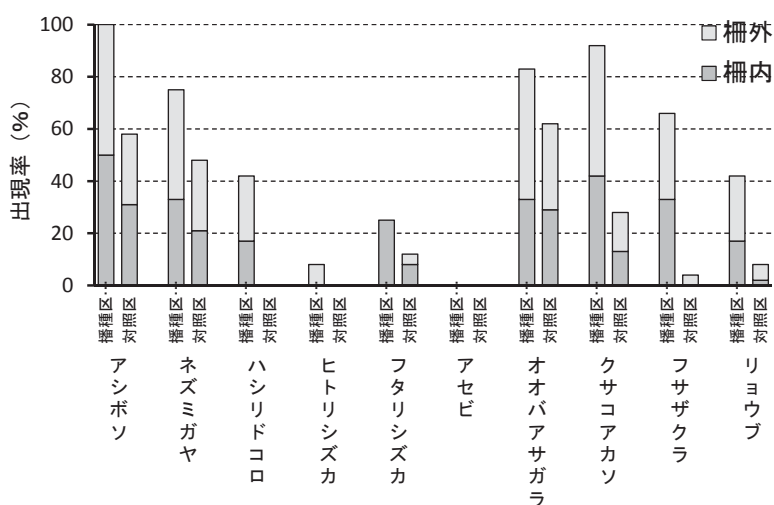


図-4. 播種した種の出現率。播種区 N = 12, 対照区 N = 48。

Fig. 4. Relative frequency of quadrats in which one or more seedlings emerged. N = 12 for seeded quadrats (left bar), N = 48 for control quadrats (right bar). Gray, fenced; white, unfenced.

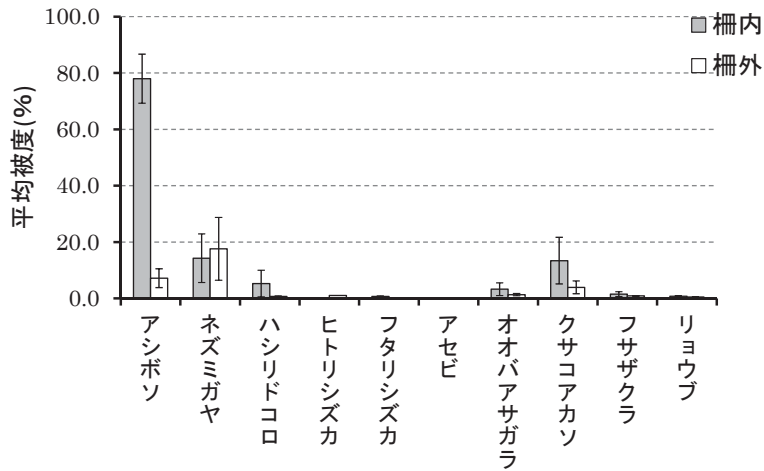


図- 5. 播種 10 種の被度。6 区画 (3 調査地 2 反復) の平均。エラーバーは標準誤差。

Fig. 5. Percentage cover of the ten plant species after seeding. Gray, fenced; white, unfenced. The columns and error bars represent means and standard errors, respectively.



図- 6. 播種後 1 年後の様子。28 林班柵内 (写真上)・柵外 (写真下), 丸印がアシボソ播種区に発生したアシボソ。

Fig. 6. Fenced (upper) and unfenced (lower) quadrats one year after seeding in the 28th forest compartment. *Microstegium vimineum* was seeded in the bottom left quadrat.



図-7. 播種後1年後(写真上)と2年後(写真下)の様子。29林班柵外。写真左下がネズミガヤの区画。  
 Fig. 7. Unfenced quadrats at one (upper) and two (lower) years after seeding in the 29th forest compartment. Bottom left shows a quadrat seeded with *Muhlenbergia japonica*.

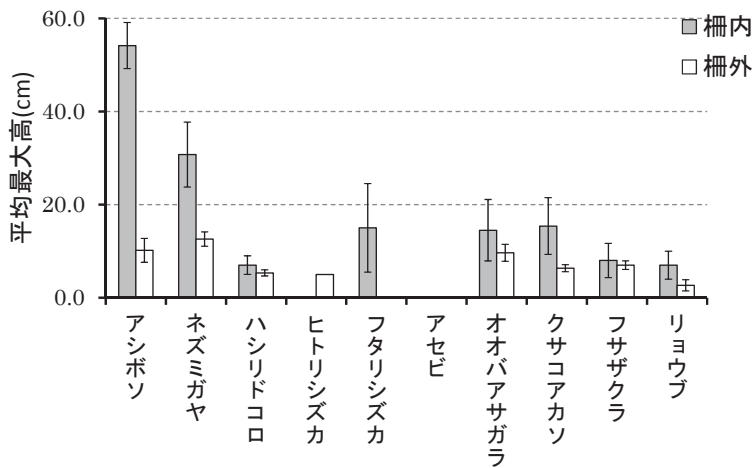


図-8. 播種10種の最大高。6区画(3調査地2反復)の平均。エラーバーは標準誤差。  
 Fig. 8. Maximum height of the ten species seeded. Gray, fenced; white, unfenced. The columns and error bars represent means and standard errors, respectively.



た。また、最大高は柵内の方が大きい傾向はあるものの、柵外でも10cmを超える1m 枠が3区あった。嗜好性植物のクサコアカソは柵内での被度は平均10%を超えていたが、柵外では約4%であった。また、最大高も柵内より柵外で小さく、柵外では10cmを超える1m 枠はなかった。フサザクラは発生が見られた1m 枠でも、概して被度は低く、最大でも4%であった。最大高は平均としては柵の内外で差はなかったが、柵内の1m 枠1区において19cmとなっていた。その他の不嗜好性植物と嗜好性植物は発生が観察された1m 枠も少なく、柵内であっても被度が低かった。これらは発芽個体自体が少なかったためと考えられる。兵庫県で行われた在来の不嗜好性植物を用いた播種調査では、発芽がほとんどなく緑化は非常に困難であったと報告されている(石田2012)。多くの不嗜好性植物については、緑化のための発芽条件に関する知見が少なく、不適切な種子保存・播種方法による発芽率の低さが緑化の大きな課題のひとつとなると言える。今後は、種子の保存方法や播種の時期などについて検討する必要がある。

## 2) 各調査地の植被率に対する播種及び柵の効果

各調査地の柵内外における、播種区と対照区の平均植被率を図-9に示す。まず、播種の有無に関わらず、植被率は柵外に比べ柵内で高かった。このことは、シカ等による食害・踏圧が植生に大きく影響していることを示している。アシボソ播種区は19林班の柵外以外のすべての区画で対照区より植被率が10%以上高く、特に柵内では、3調査地の平均が対照区より約30%の高い値であった。植被率の大半をアシボソが占めており(表-1)、アシボソの播種によって植被率が増加したと言える。ネズミガヤ播種区の植被率は、29林班の柵外で播種区が対照区より32%多かったが、29林班の柵内および他の調査地では明確な差がなかった。29林班の柵内の1か所ではネズミガヤの被度は40%以上あったが、柵内の対照区で全体の植被率が高かったため、植被率に対する播種効果がなかったと思われる(表-1)。それ以外の種については、対照区と比べ植被率が高い調査地もあったが、植被率における播種した種の被度の割合は小さく、その違いは播種の効果ではないと考えられた。以上のように、シカ等による食害・踏みつけの影響が強い環境下において、不嗜好性植物の播種による緑化効果は限定的であった。特に29林班のような緩斜面地においては、ネズミガヤが有効であることが示された。播種による緑化の効果はあまりみられなかったが柵の効果は大きく、この地域における植生回復に対してシカ等の影響が大きいことを示している。また、柵で囲むことで播種をしなくても一定の植生回復が見られることが示された。播種した種以外の種のうち各調査地の半数以上の1m 枠に出現した種は、19林班の柵内はウダイカンバ、タチツボスミレ、ヒナウチワカエデ、柵外がウスアカカタバミ、ウダイカンバ、タチツボスミレ、トキワハゼ、メヒシバ、28林班は柵内がオッタチカタバミ、トキワハゼ、トキンソウ、メヒシバ、柵外はコケミズ、トキワハゼ、トキンソウ、29林班の柵内はオッタチカタバミ、ヒナスミレ、ヒメチドメ、柵外がオッタチカタバミ、ヒメチドメ、ホオズキ、ミズ、メヒシバであった(附表-1, 2)。二次林内に設置した19林班ではウダイカンバ、ヒナウチワカエデなど木本の出現頻度が高かった。これらの天然更新している植物、特に柵外で高頻度に見られる種の中には、潜在的な緑化材料として有効な種が含まれている可能性があるため、今後の検討が必要である。

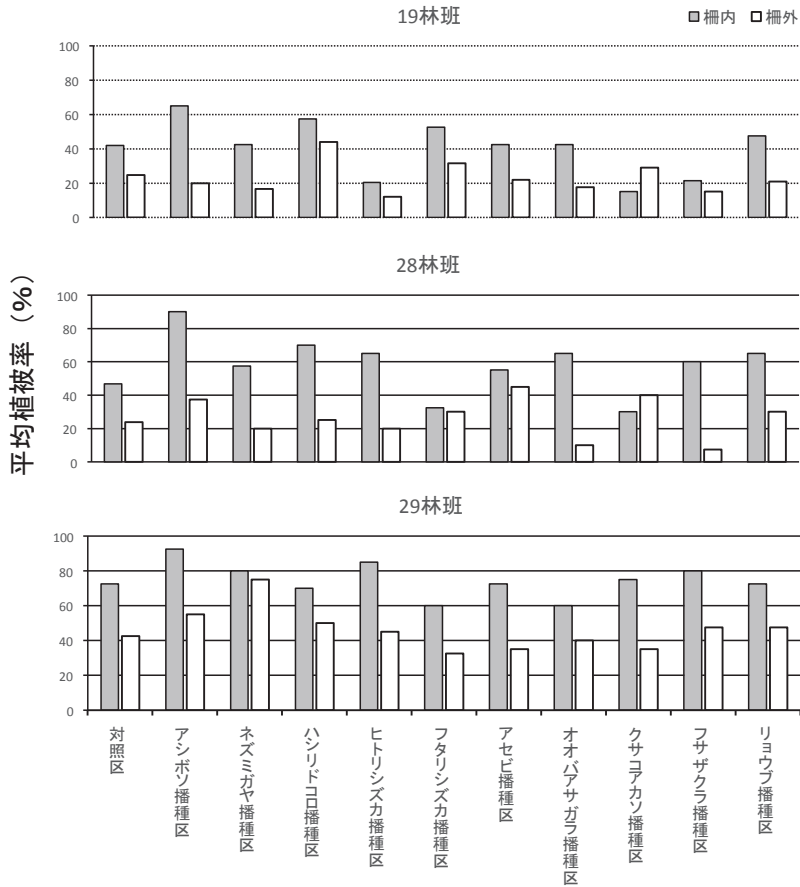


図-9. 各調査地の柵内外の平均植被率

Fig. 9. Mean vegetation cover in fenced and unfenced plots at each site. Gray, fenced; white, unfenced. Leftmost bars are the averages of four control quadrats at each site. Other bars are averages of two replicate quadrats for each species at each site.

### 3) 播種2年後の様子

播種した10種を対象として、2016年9月に写真撮影による調査を行った。19林班の調査地では2箇所とも、28林班では1箇所、柵が一部倒壊しており、シカ等の侵入が可能であったため調査対象外とした。倒壊していない柵内では、どこも植生が半分以上、29林班ではほぼ全体を覆っていた。播種した種としてはアシボソとネズミガヤが旺盛に繁茂していた。それ以外の種は播種した場所に関わらず生育しているか、播種の有無に関わらずほとんど生育しておらず、播種の効果は明確ではなかった。柵外については、19林班と28林班では、播種後1年と比較し全体の被度が増えている状況ではなかったが、29林班は、ネズミガヤとアシボソの被度が増大していた(図-7)。理由として、19林班や28林班はシカの足跡が多くあり、踏みつけによる影響があったと思われる。一方、29林班では、シカの足跡も少なく、更に他の調査地に比べ緩斜面にあることから、踏みつけによる斜面下方向への植物体の移動などが少なく、ダメージが小さかったと思われる。アシボソとネズミガヤについては、播種後のシカの踏みつけによる影響が小

さければ、早期の植生回復に役立つ緑化材料であると考えられる。また、播種した場所に関わらず、オオバアサガラの稚樹は散見された。特に、近くに母樹の多い28林班では全体にオオバアサガラの稚樹が見られた(図-10)。おそらく自然散布された種子から発芽・成長したものと考えられる。播種の効果としては明確ではないが、柵外においても生育可能であることを示している。丹沢山地の植生保護柵内外の比較からも、柵外での生育が可能なのはオオバアサガラのみであったと報告されている(二宮・古林, 2003)。その他、播種していない場所では、フタリシズカ、ハシリドコロ等が見られるところもあった。



図-10. オオバアサガラの稚樹。28林班。

Fig. 10. *Pterostyrax hispida* saplings in the 28th forest compartment.

#### 4. おわりに

秩父山地に生育する代表的な不嗜好性植物を用いて播種を行った結果、播種から1年目の柵外での植生回復状況は対照区と明確な差が見られなかった。不嗜好性の種であっても柵内に比べ柵外での被度・最大高は大きく低下し、高密度にシカが生息する環境において不嗜好性による緑化も容易でないと考えられた。しかし、柵外でもアシボソとネズミガヤの被度が增大する可能性が示され、これらの不嗜好性植物の導入は、裸地化を軽減する対策の一つと考えられる。また、木本としてはオオバアサガラのみが柵外でも生存・成長する可能性も見られた。発芽率の向上と柵等による一時的な保護などを組み合わせることによって成林する可能性も考えられた。また、全体的に被度が低かったことから、今後は、種子の保存方法や播種の時期などについて検討する必要がある。更に、明るい乾燥した林内だけでなく、湿潤な林内でも同様の実験を行うことで、秩父山地における不嗜好性植物による緑化の可能性を引き続き検討していく。

### 謝辞

本研究は、「サントリー天然水の森 東京大学秩父演習林プロジェクト研究助成金」の助成を受けたものです。

### 引用文献

- 橋本・藤木 (2014) 日本におけるニホンジカの採食植物・不嗜好性植物リスト. 人と自然 *Humans and Nature* 25: 133-160.
- 石田弘明 (2012) シカの不嗜好性植物が生態系保全に果たす役割とその緑化への応用に関する研究. 科学研究費助成事業 2011 年度研究成果報告書. (<https://kaken.nii.ac.jp/ja/report/KAKENHI-PROJECT-21780025/21780025seika/>)
- 石川芳治・白木克繁・戸田浩人・若原妙子・宮貴大・片岡史子・中田亘・鈴木雅一・内山佳美 (2007) 堂平地区における林床植生衰退地での土壌侵食と浸透の実態. 丹沢大山総合調査学術報告書: 445-458.
- 神奈川県自然環境保全センター研究連携課 (2016) シカ不嗜好性植物図鑑. (<http://www.agri-kanagawa.jp/sinrinken/tebiki.html>)
- 小泉透 (2011) 拡大するシカの影響. 森林科学 61:2-3.
- 三谷奈保・山根正伸・羽山伸一・古林賢恒 (2005) ニホンジカ (*Cervus nippon*) の採食行動からみた緑化工の保全生態学的影響 - 神奈川県丹沢山地塔ノ岳での一事例 -. 保全生態学研究 10:53-61.
- 日本緑化工学会 (2002) 生物多様性保全のための緑化植物の取り扱い方に関する提言. 日本緑化工学会誌 27:481-491.
- 二宮史絵・古林賢恒 (2003) ニホンジカの過食圧下にある太平洋型ブナ林の空間的構造とオオバアサガラのギャップ更新. 野生生物保護 8:63-77.
- 埼玉県環境部みどり自然課 (2015) 埼玉県第二種特定鳥獣管理計画 (ニホンジカ). (<https://www.pref.saitama.lg.jp/a0508/tyouzyu/tokutei.html>)
- 崎尾均・久保満佐子・川西基博・比嘉基紀 (2013) 秩父山地におけるニホンジカの採食が林床植生に与える影響. 日本緑化工学会誌 39:226-231.
- 下園寿秋・長野十郎・内野英一郎 (2009) シカが生息する地域での森林土壌を吹付けた林道切土法面の緑化. 日本緑化工学会誌 35:138-141.
- 高槻成紀 (2001) シカと牧草 - 保全生態学的な意味について -. 保全生態学研究 6:45-54.
- Takatuski, S. (2009) Effects of sika deer on vegetation in Japan: A review. *Biol. Conserv.* 142: 1922-1929.
- 田代慶彦・下園寿秋・中村克之 (2013) シカ不嗜好性植物を利用した林道切土法面の吹付緑化. 日本緑化工学会誌 39:256-259.

(2017 年 6 月 12 日受付)

(2017 年 11 月 15 日受理)



## 要旨

本研究は、シカの影響によって森林の裸地化が進む秩父山地において、在来の不嗜好性植物を用いた緑化の可能性を検討するため、野外における播種実験を行った。東京大学秩父演習林内の植物がほとんど生育しない開けた林内に不嗜好性植物7種、嗜好性植物3種を2014年11月に播種し、2015年9月に植生調査を行った。シカによる被食・踏みつけの影響を検証するために、同じ場所に設置した柵内でも同様に播種・調査を行った。播種から1年目の植生被度に対しては、柵の影響が強く、播種の効果は限定的であった。播種した中で発芽や生育が良好であった不嗜好性イネ科草本のアシボソとネズミガヤは、柵内で旺盛に生育していた。柵外での被度は大きく減少したが、10%以上の被度がある区画もあった。両種は播種後のシカの踏みつけ等による影響が小さければ、早期の植生回復に役立つ緑化材料であると考えられる。木本の発芽率は概して低く、植被率に対する播種の効果はほとんどなかった。オオバアサガラはある程度の発芽があり、柵外でも生残しているものがあつた。オオバアサガラは発芽率が向上すれば成林化を目標とする緑化材料として利用できる可能性がある。

キーワード：不嗜好性植物、播種、緑化、秩父山地、シカ排除柵

## Summary

In this study, seeding experiments were used to develop a revegetation technique that uses unpalatable plant species native to the Chichibu Mountains, where vegetation is heavily grazed by sika deer. In November 2014, seven unpalatable and three palatable plant species were seeded both outside and inside the sika deer exclusion fences in bare land areas in the University of Tokyo Chichibu Forest. Vegetation surveys were conducted in September 2015. One year after seeding, the effects of the fence were prominent on the vegetation cover, whereas the effects of seeding were very limited. The unpalatable weeds *Microstegium vimineum* and *Muhlenbergia japonica* densely covered the fenced plots and, although their cover was considerably lower in the unfenced plots, it was more than 10% in some quadrats. Therefore, both *M. vimineum* and *M. japonica* may be suitable species for rapid revegetation if the effect of deer herbivory can be reduced. Seeding with tree species had little effect on the vegetation cover due to their low germination rates. However, the unpalatable tree species *Pterostyrax hispida* germinated in several quadrats and even survived in unfenced plots. Therefore, *P. hispida* may also be useful for forest revegetation if its germination rates can be improved.

**Keywords:** unpalatable species, seeding, revegetation, Chichibu Mountains, deer enclosure fence

附表 - 1. 播種区と対照区に出現した種

Table S1. Plant species that were present in each quadrat.

19林種 A	アシボソ		ネズミガヤ		ハシリトコロ		ヒトジズカ		フタリジズカ		アセビ		オオハヤサガラ		クサコアカソ		フササカタ		リョウブ		対照区1		対照区2		対照区3		対照区4	
	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外
アシボソ	○	○																										
播 ねすみがや			○																									
種 アササカ																												
した オオハヤサガラ																												
種 リョウブ																												
ハシリトコロ																												
ウラミズサガラ																												
ウダイカンバ																												
高 イヌシデ																												
木 ミミネカエデ																												
実 ウリハダカエデ																												
生 ヒトウチワカエデ																												
アオダマ																												
キリ																												
クマイチゴ																												
低 ミヤマニガイチゴ																												
木 アシボソイ科1																												
カヤツリサ科1																												
クセツバ																												
イネ科1																												
タケノコサ																												
ヤマミズ																												
草 ウスアカカタバミ																												
本 タチツボスミレ																												
ヨウシュヤマゴボウ																												
オオハコ																												
トキワハゼ																												
ダントボロキク																												
つ ボカンゾク																												
る ヤマブドウ																												

・丸印(○)は調査区に出現した種を示す。丸印に縦く線は、播種した圃に隣接する区画において、播種の効果による出現と推定された場合、その種の被度(%)と最大高(cm)を記録した。

附表 - 1. 播種区と対照区に出現した種 (続き)

Table S1. Continued

19科強 B	アシボソ		ネズミガヤ		ハンシロヒコロ		ヒトリシズカ		フタリシズカ		アセビ		オノノハアサガラ		クサコアサカ		フサササケ		リョウブ		対照区1		対照区2		対照区3		対照区4		
	種内	種外	種内	種外	種内	種外	種内	種外	種内	種外	種内	種外	種内	種外	種内	種外	種内	種外	種内	種外	種内	種外	種内	種外	種内	種外	種内	種外	
ラリシズカ																													
アンボソ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
種ネズミガヤ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
種フササケ																													
種クサコアサカ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
種オノノハアサガラ																													
種リョウブ																													
種ハンシロヒコロ			○																										
種カヤツリササ科1																													
種カヤツリササ科2																													
種メヒシバ																													
種イネ科1																													
種タケニグサ																													
種ヤブヘビイチゴ																													
種ミズ																													
種ウスアサカタバミ																													
種タチツボタミレ																													
種マルバハハミ																													
種マルバハハミ																													
種コケミズ																													
種ヒナノカスツボ																													
種ワルビノグサ																													
種トキワハセ																													
種ミンホオズキ																													
種トキソソク																													
種ダンドボロキク																													
種イワニガナ																													
種キク科1																													
種ヒメトク																													
種ボタンブク																													
種ヤマブク																													
種ウルハヒトキ																													

丸印(○)は調査区に出現した種を示す。丸印に続く値は、播種した種に隣接する区画において、播種の効果による出現と推定された割合、その種の被度(%)と最大高(cm)を記録した。

附表-1. 播種区と対照区に出現した種 (続き)

Table S1. Continued

28林班 A	アシボソ		ネズミガヤ		ハシリトコロ		ヒトジズカ		フタジズカ		アセビ		オオハヤブガラ		クサコアカソ		フササカタ		リヨウブ		対照区1		対照区2		対照区3		対照区4		
	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	
ラカリスカ	○																												
アシボソ	○																												
種ネズミガヤ	○																												
フササカタ																													
クサコアカソ																													
種オオハヤブガラ																													
リヨウブ																													
サワグルミ																													
高ワダイカンバ																													
木イヌシデ																													
葉ヌルデ																													
生ワリハダカエデ																													
クマイチゴ																													
低ヤマウルシ																													
木フシツツキ																													
カラノキ																													
カヤツリノサ科1																													
カヤツリノサ科2																													
クシノバ																													
イネ科1																													
クケニクサ																													
ハビイチゴ																													
ヤブハビイチゴ																													
ヤマミズ																													
ユカミズ																													
オウチチカタハミ																													
コニシキノク																													
草エイザンスミレ																													
本タニダテ																													
イヌガラシ																													
クダ科1																													
イヌトウバナ																													
トキワハセ																													
ヨモギ																													
トキンノウ																													
ヤクシソウ																													
ヒメジョオン																													
イロニガナ																													
ハハニゴリサ																													

丸印(○)は調査区に出現した種を示す。丸印に続く値は、播種した種に隣接する区画において、播種の効果による出現と推定された場合、その種の被度(%)と最大高(cm)を記録した。





附表 - 1. 播種区と対照区に出現した種 (続き)

Table S1. Continued

20株区 A	アシボク		ネズミガヤ		ハンノキ		ヒヨシズカ		フタジズカ		アゼビ		オホバヤウガ		オホコアガ		フナギクサ		ヨウゴ		対照区1		対照区2		対照区3		対照区4	
	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外
フタジズカ	○																											
アシボク	○																											
ネズミガヤ	○																											
ハンノキ	○																											
ヒヨシズカ	○																											
フタジズカ	○																											
アゼビ	○																											
オホバヤウガ	○																											
オホコアガ	○																											
フナギクサ	○																											
ヨウゴ	○																											
対照区1																												
対照区2																												
対照区3																												
対照区4																												

○:出現区に出現した種を示す。空白は未検出。播種した種に隣接する区画において、播種の効果による出現と推定された場合、その種の検出(%)は最大値(50%)を記録した。

附表-1. 播種区と対照区に出現した種 (続き)

Table S1. Continued

29林班 B	アシボソ		ネズミガヤ		ハシリトコロ		ヒトジズカ		フタリジズカ		アセビ		オオハナムガラ		クサコアカソ		フササクラ		リョウブ		対照区1		対照区2		対照区3		対照区4	
	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外	圃内	圃外
ツクリスガ																												
種 アシボソ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
種 ネズミガヤ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
種 フササクラ																												
種 オオハナムガラ																												
高カワラ																												
高カワイカンバ																												
木 アサダ																												
実 シンヂカエド																												
生 カシカエド																												
カマツクサ科1																												
カシバ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
チヂミ草																												
タケニグサ																												
ユキノシタ科2																												
ヘビイチゴ																												
ミズ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ヤマミズ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
オウギチカタバタ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
コニシキソウ																												
ヒナズミ																												
草 タネツケバナ																												
イヌタチ																												
ツメクサ																												
ホオズキ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
オオハコ																												
ヒナノウスソバ																												
イヌトウバナ																												
ツルニガクサ																												
ミノオズキ																												
タンポポロキク																												
キク科2																												
ヒメトメ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ボクソノソウ																												
ヤマブドウ																												
ツクヤナギ																												
ツルウメモドキ																												
サルタン																												
マタタビ																												

○(●)は調査区に出現した種を示す。丸印に続く数字は、播種した種に隣接する区画において、播種の効果による出現と推定された場合、その種の被覆率(%)と最大高(cm)を記録した。

附表 - 2. 出現種一覧

Table S2. List of plant species observed in the study plots

科	Family	種	Species
ハナヤスリ科	Ophioglossaceae	フユノハナワラビ	<i>Botrychium ternatum</i> (Thunb.) Sw.
イワゲンダ科	Woodsiaceae	ヤマズワラビ	<i>Athyrium vidalii</i> (Franch. et Sav.) Nakai
		ヘビノネゴサ	<i>Athyrium yokoscense</i> (Franch. et Sav.) H. Christ
マツ科	Pinaceae	モミ	<i>Abies firma</i> Siebold et Zucc.
ヒノキ科	Cupressaceae	サワラ	<i>Chamaecyparis pisifera</i> (Siebold et Zucc.) Endl.
		スギ	<i>Cryptomeria japonica</i> (L.f.) D. Don
センリョウ科	Chloranthaceae	ヒトシズカ	<i>Chloranthus japonicus</i> Siebold
		フタシズカ	<i>Chloranthus serratus</i> (Thunb.) Roem. et Schult.
イネ科	Poaceae	ヒシバ	<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koeler
		アシボソ	<i>Microstegium vineum</i> (Trin.) A. Camus
		ネズミガヤ	<i>Muhlenbergia japonica</i> Steud.
		チヂミザサ	<i>Oplismenus undulatifolius</i> (Ard.) Roem. et Schult.
フサザクラ科	Eupteleaceae	フサザクラ	<i>Euptelea polyandra</i> Siebold et Zucc.
ケシ科	Papaveraceae	タケニグサ	<i>Macleaya cordata</i> (Willd.) R.Br.
キンポウゲ科	Ranunculaceae	ボタンソル	<i>Clematis apiifolia</i> DC. var. <i>apiifolia</i>
		ハンシヨウソル	<i>Clematis japonica</i> Thunb.
カヅラ科	Cercidiphyllaceae	カヅラ	<i>Cercidiphyllum japonicum</i> Siebold et Zucc. ex Hoffm. et Schult.
ブドウ科	Vitaceae	ヤマブドウ	<i>Vitis coignetiae</i> Pulliat ex Planch.
バラ科	Rosaceae	ウワミスザクラ	<i>Padus grayana</i> (Maxim.) C.K. Schneid.
		ヘビイチゴ	<i>Potentilla heitchigo</i> Yonek. et H. Ohashi
		ヤブヘビイチゴ	<i>Potentilla indica</i> (Andrews) Th. Wolf
		クマイチゴ	<i>Rubus crataegifolius</i> Bunge
		ウラジロイチゴ	<i>Rubus phoenicolasius</i> Maxim.
		ミヤマニガイチゴ	<i>Rubus subcrataegifolius</i> (H.Lév. et Vaniot) H.Lév.
		クマヤナギ	<i>Berberis racemosa</i> Siebold et Zucc.
ニレ科	Ulmaceae	ケヤキ	<i>Zelkova serrata</i> (Thunb.) Makino
クワ科	Moraceae	ヤマザクラ	<i>Morus australis</i> Poir.
イラクサ科	Urticaceae	クサコアカソ	<i>Boehmeria gracilis</i> C.H. Wright
		ミス	<i>Pilea hamaoi</i> Makino
		ヤマミズ	<i>Pilea japonica</i> (Maxim.) Hand.-Mazz.
ブナ科	Fagaceae	コケミズ	<i>Pilea peploides</i> (Gaudich.) Hook. et Arn.
		クリ	<i>Castanea crenata</i> Siebold et Zucc.
		ミスナラ	<i>Quercus crispula</i> Blume
クルミ科	Juglandaceae	サワグルミ	<i>Pterocarya rhoifolia</i> Siebold et Zucc.



附表 - 2. 出現種一覧 (続き)  
Table S2. Continued

科	Family	種	Species
カバノキ科	Betulaceae	ミズマ ウダイカシバ サウシバ アカシデ イヌシデ アサダ	<i>Betula grossa</i> Siebold et Zucc. <i>Betula maximowicziana</i> Regel <i>Carpinus cordata</i> Blume <i>Carpinus laxiflora</i> (Siebold et Zucc.) Blume <i>Carpinus tshonoskii</i> Maxim. <i>Ostrya japonica</i> Sarg.
ニシキギ科	Celastraceae	ツルウメモドキ ツルマサキ	<i>Celastrus orbiculatus</i> Thunb. var. <i>orbiculatus</i> <i>Euonymus fortunei</i> (Turcz.) Hand.-Mazz.
カタハミ科	Oxalidaceae	ウスアカカタハミ オツチカタハミ	<i>Oxalis corniculata</i> L. f. <i>atropurpurea</i> (Planch.) Van Houtte ex Hegl <i>Oxalis dilenii</i> Jacq.
トウダイグサ科	Euphorbiaceae	コニシキノウ エイザンスミレ タチツボスミレ マルノバスミレ	<i>Chamaesyce maculata</i> (L.) Small <i>Viola elzhanensis</i> (Makino) Makino <i>Viola grypoceras</i> A. Gray <i>Viola keiskei</i> Miq.
スミレ科	Violaceae	ヒナスミレ	<i>Viola tokubuchiana</i> Makino var. <i>takedana</i> (Makino) F. Maek.
アカバナ科	Onagraceae	タニタデ	<i>Circaea erubescens</i> Franch. et Sav.
キブシ科	Stachyuraceae	キブシ	<i>Stachyurus praecox</i> Siebold et Zucc.
ウルシ科	Anacardiaceae	ヌルデ ヤマウルシ	<i>Rhus javanica</i> L. var. <i>chinensis</i> (Mill.) T. Yamaz. <i>Toxicodendron trichocarpum</i> (Miq.) Kuntze
ムクロジ科	Sapindaceae	ホソエカエデ ミツデカエデ カジカエデ コミネカエデ イロハモミジ ウリハダカエデ ヒナウチワカエデ	<i>Acer capillipes</i> Maxim. <i>Acer cissifolium</i> (Siebold et Zucc.) K. Koch <i>Acer diabolicum</i> Blume ex K. Koch <i>Acer micranthum</i> Siebold et Zucc. <i>Acer palmatum</i> Thunb. <i>Acer rufinerve</i> Siebold et Zucc. <i>Acer tenuifolium</i> (Koidz.) Koidz.
ミカン科	Rutaceae	サンシヨウ	<i>Zanthoxylum piperitum</i> (L.) DC.
アブウナ科	Brassicaceae	タネツケバナ イヌオウソ	<i>Cardamine scutellata</i> Thunb. <i>Rorippa indica</i> (L.) Hiern
タデ科	Polygonaceae	イヌタデ	<i>Persicaria longiseta</i> (Bruijn) Kitag.
ナデシコ科	Caryophyllaceae	ミナグサ ツメクサ	<i>Cerastium fontanum</i> Baumg. subsp. <i>virgare</i> (Hartm.) Greuter et Burdet var. <i>angustifolium</i> (Franch.) H. Hara <i>Sagina japonica</i> (Sw.) Ohwi
ヤマゴボウ科	Phytolaccaceae	ミヤマハコベ ヨウシュユヤマゴボウ	<i>Stellaria sessiliflora</i> Y. Yabe <i>Phytolacca americana</i> L.

附表 - 2. 出現種一覧 (続き)

Table S2. Continued

科	Family	種	Species
アジサイ科	Hydrangeaceae	イワガタミ	<i>Schizophragma hydrangeoides</i> Siebold et Zucc.
サクラソウ科	Primulaceae	コナスビ	<i>Lysimachia japonica</i> Thunb.
		クリソソウ	<i>Primula japonica</i> A.Gray
エゴノキ科	Styracaceae	オオバアサガサ	<i>Pterostyrax hispida</i> Siebold et Zucc.
マタタビ科	Actinidiaceae	サルナシ	<i>Actinidia arguta</i> (Siebold et Zucc.) Planch. ex Miq.
		マタタビ	<i>Actinidia polygama</i> (Siebold et Zucc.) Planch. ex Maxim.
リョウブ科	Clethraceae	リョウブ	<i>Clethra barbinervis</i> Siebold et Zucc.
		ホオズキ	<i>Physalis alkekengi</i> L. var. <i>franchetii</i> (Mast.) Makino
ナス科	Solanaceae	ハシロトコロ	<i>Scopolia japonica</i> Maxim.
		クアオダモ	<i>Fraxinus lanuginosa</i> Koidz.
モクセイ科	Oleaceae	シオジ	<i>Fraxinus platypoda</i> Oliv.
		オオハコ	<i>Plantago asiatica</i> L. var. <i>densiuscula</i> Pilg.
オオハコ科	Plantaginaceae	フジツツギ	<i>Buddleja japonica</i> Hemsl.
		ヒナノウスツボ	<i>Scrophularia duplicatoserrata</i> (Miq.) Makino
ゴマノハグサ科	Scrophulariaceae	ムラサキシキブ	<i>Callicarpa japonica</i> Thunb.
		クサギ	<i>Clerodendrum trichotomum</i> Thunb.
シン科	Lamiaceae	イヌトウバナ	<i>Clinopodium micranthum</i> (Regel) H.Hara
		ツルニガクサ	<i>Teucrium viscidum</i> Blume var. <i>iniquelianum</i> (Maxim.) H.Hara
サギゴケ科	Mazaceae	トキワハゼ	<i>Mazus pumilus</i> (Burm.f.) Steenis
		ミノホオズキ	<i>Mimulus nepalensis</i> Benth.
ハエドクソウ科	Phrymaceae	キリ	<i>Paulownia tomentosa</i> (Thunb.) Steud.
		ヨモギ	<i>Artemisia indica</i> Willd. var. <i>maximowiczii</i> (Nakai) H.Hara
キク科	Asteraceae	トキンソウ	<i>Centipeda minima</i> (L.) A.Braun et Asch.
		ヤクソソウ	<i>Crepidastrum denticulatum</i> (Houtt.) J.H.Pak et Kawano
ウコギ科	Araliaceae	ダントロボロギク	<i>Erechtites hieracifolius</i> (L.) Raf. ex DC.
		ヒメジョオン	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.
ウコギ科	Araliaceae	イワニガナ	<i>Ilex stolonifera</i> A.Gray
		ハハコグサ	<i>Pseudognaphalium affine</i> (D.Don) Anderb.
ウコギ科	Araliaceae	タラノキ	<i>Aralia elata</i> (Miq.) Seem.
		ヒメチドリ	<i>Hydrocotyle yabei</i> Makino