

植生保護柵モニタリング調査結果について

1. 調査の目的

春日山原始林保全計画（平成 27 年度策定）では、①原生的な照葉樹林を保全する箇所を着実に広げていくこと、②植生の回復状況を経年評価し効果的な保全方策を確立すること、③喫緊の課題に対する方策の検証を行うこと、の 3 点を目的とした実証実験が実施されている。ニホンジカ（以下、シカ）の採食圧を緩和し原生的な森林を保全するため、春日山原始林内には 36 箇所の植生保護柵が設置されている（図 1）。

春日山原始林保全計画で定める「春日山原始林の 10 の保全方策」の内、「(1) 照葉樹林を良好な状態で維持する保全方策を実施する」および「(2) 照葉樹林の多様性を維持する保全方策を維持する」では、植生保護柵の設置による林内の保全面積の拡充を中期目標としており、実証実験による成果を踏まえながら適切な植生保護柵のあり方について検討し、今後も保全方策を実施するものとしている。

植生保護柵による植生の回復状況と保全の効果について検証するため、植生保護柵の設置から 5 年間のモニタリング調査を実施した。

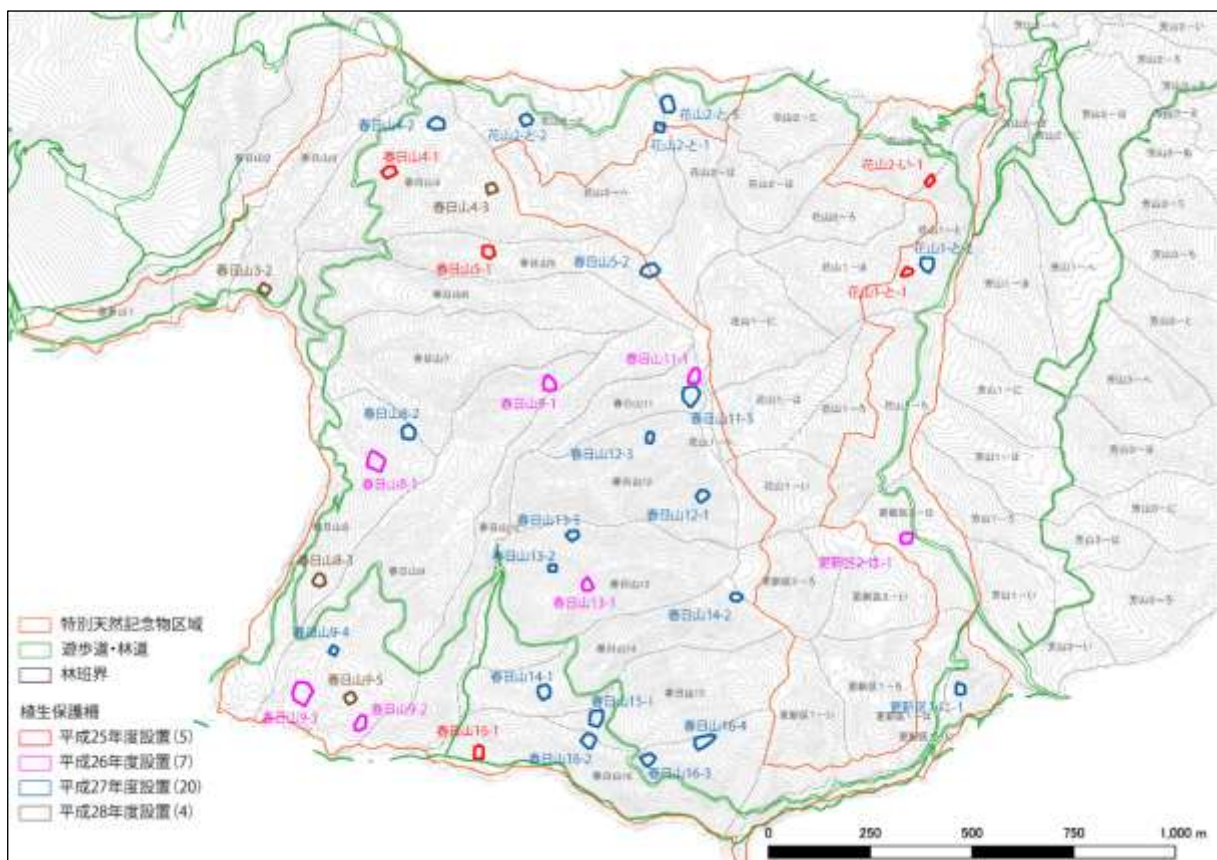


図 1 植生保護柵の位置

出典：平成 29 年度航空レーザー測量成果に基づく地形図に情報を付加したもの

2. 調査

(1) 調査項目と内容

調査項目と内容について表1に示す。①毎木調査、②植生調査、③林床植生調査、④後継樹生育状況調査の4項目を実施し、各植生保護柵内外における植生の状況についてモニタリングを実施した。調査範囲は、植生保護柵内全域と柵の周囲およそ10mとした(図2)。

表1 モニタリング調査の項目と内容

調査項目	目的	調査内容	
①毎木調査	<ul style="list-style-type: none"> 階層構造の変化や森林更新の状況を把握する。 ナギの数量調整、ナンキンハゼの駆除、ナラ枯れ対策後の効果について検証する。 	柵内	<ul style="list-style-type: none"> 樹種名、胸高直径、階層、分布位置、枯損状況を記録する。 ナギの分布範囲の拡大状況、ナンキンハゼの侵入状況、ナラ枯れ被害状況を記録する。
		柵外	<ul style="list-style-type: none"> 林冠構成種(各実施箇所の植生区分)に一致する個体について、樹種名、胸高直径、属する階層(高木層、亜高木層、低木層)、分布位置、枯損状況を記録する。 ナギの分布範囲の拡大状況、ナンキンハゼの侵入状況、ナラ枯れ被害状況を記録する。
②植生調査	<ul style="list-style-type: none"> 植物群落の被度や種組成の変化を把握する。 植生保護柵内外における生存状況等を比較する。 	<ul style="list-style-type: none"> 胸高幹周囲10.0cm未満の個体を対象に、林冠から林床における各層の被度と優占種を記録する。 	
③林床植生調査	<ul style="list-style-type: none"> 林床植物の出現種や種の変化を把握する。 植生保護柵内外における林床植生の多様性の変化を比較する。 	<ul style="list-style-type: none"> 林床植物の優占種、被度・群度を記録する。 	
④後継樹生育状況調査	<ul style="list-style-type: none"> 林冠構成種の実生および稚樹の生残状況を把握する。 	<ul style="list-style-type: none"> 植生保護柵内外における樹木の実生および稚樹について、出現種数、被度を記録する。 林冠を構成する樹種を含む後継樹の実生および稚樹について、対象範囲と追跡対象を定め、樹種、樹高、位置、生残状況を記録する。 	

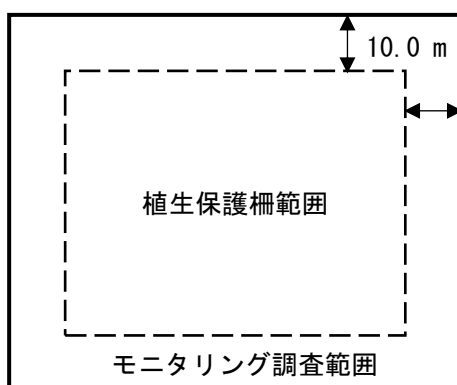


図2 モニタリング調査範囲の考え方

(2) スケジュール

植生保護柵を設置した年度を実証実験の着手年度とし、当該年度に①～④のモニタリング項目について調査を行った（表2）。今年度までに32箇所の植生保護柵で設置から5年が経過している（平成25年度・平成26年度設置・平成27年度設置）。

表2 モニタリング調査実施スケジュール

項目		設置						
		1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目
調査項目	①毎木調査	●				●		
	②植生調査	●				●		
	③林床植生調査	●	●	●	●	●	●	●
	④後継樹生育状況調査	●		●		●		●
実施箇所	平成25年度(2013)植生保護柵設置済み箇所【5箇所】 ・春日山4-1 ・春日山5-1 ・春日山16-1 ・花山1-と-1 ・花山2-い-1	平成25年実施	平成27年度実施	平成28年度実施	平成29年度実施	平成30年度実施	令和元年度実施	令和2年度実施
	平成26年度(2014)植生保護柵設置済み箇所【7箇所】 ・春日山8-1 ・春日山9-1 ・春日山9-2 ・春日山9-3 ・春日山11-1 ・春日山13-1 ・更新区2-は-1	平成27年、平成28年実施	平成28年度実施	平成29年度実施	平成30年度実施	令和元年度実施	令和2年度実施	令和3年度実施予定
	平成27年度(2015)植生保護柵設置済み箇所【20箇所】 ・春日山4-2 ・春日山5-2 ・春日山8-2 ・春日山9-4 ・春日山11-3 ・春日山12-1 ・春日山12-3 ・春日山13-2 ・春日山13-5 ・春日山14-1 ・春日山14-2 ・春日山15-1 ・春日山16-2 ・春日山16-3 ・春日山16-4 ・更新区1-に-1 ・花山1-と-2 ・花山2-と-1 ・花山2-と-2 ・花山2-と-3	平成28年度実施	平成29年度実施	平成30年度実施	令和元年度実施	令和2年度実施	令和3年度実施予定	令和4年度実施予定
	平成28年度(2016)植生保護柵設置済み箇所【4箇所】 ・春日山3-2 ・春日山4-3 ・春日山8-3 ・春日山9-5	平成29年度実施	平成30年度実施	令和元年度実施	令和2年度実施	令和3年度実施予定	令和4年度実施予定	令和5年度実施予定

(3) 調査地 (植生保護柵)

植生保護柵は、広葉樹の大径木 (胸高直径 80cm 以上) が含まれる箇所、もしくは設置前にギャップが確認された箇所を基本として設置している。春日山原始林の特別天然記念物範囲約 298ha の内、約 2.8 ha の範囲を植生保護柵で囲んでいる。

表 3 植生保護柵の状況

植生保護柵	面積 (㎡)	大径木	ギャップ (柵設置時)	ギャップ面積		立地	その他	
				H24※1	H29※2			
H25	春日山 4-1	664.2		○	150	2.9	斜面下部	
	春日山 5-1	730.0		○	150	33.5	尾根部	
	春日山 16-1	404.9		○	300		斜面下部	メッシュパネル型植生保護柵
	花山 1-と-1	401.2	コジイ				斜面中部	
	花山 2-い-1	404.9		○	200	14.6	斜面中部	
H26	春日山 8-1	1050.0		○	800		斜面下部	
	春日山 9-1	893.4	アカガシ				斜面上部	
	春日山 9-2	785.5	ツクバネガシ				斜面上部	ナギの数量調整を実施(設置前)
	春日山 9-3	2008.9	イチイガシ				谷部	ナギの数量調整を実施(設置前)
	春日山 11-1	812.0	ウラジロガシ アカガシ				斜面上部	
	春日山 13-1	613.8	ウラジロガシ	○	-		尾根部	H24 調査以降ギャップ形成
	更新区2-は-1	670.6	ツクバネガシ				斜面下部	
H27	春日山 4-2	892.3	コジイ			8.4	斜面中部	
	春日山 5-2	1063.0		○	400	60.6	尾根部	
	春日山 8-2	934.3	ツクバネガシ			8.7	尾根部	
	春日山 9-4	1216.2					谷部	ナギの動向を観察するために設置
	春日山 11-3	1580.1		○	-	71.9	斜面上部	H24 調査以降ギャップ形成
	春日山 12-1	641.3	アカガシ				斜面中部	
	春日山 12-3	471.8		○	600	12.5	尾根部	
	春日山 13-2	334.7	ツクバネガシ			5.3	谷部	
	春日山 13-5	173.5		○	200	3.4	斜面上部	
	春日山 14-1	867.0	アラカシ ウラジロガシ				斜面中部	
	春日山 14-2	623.7	アカガシ				尾根部	
	春日山 15-1	1053.6	ウラジロガシ				斜面上部	
	春日山 16-2	887.6		○	200	51.0	斜面下部	土砂の流出により繰り返し倒壊
	春日山 16-3	711.9	ウラジロガシ				尾根部	
	春日山 16-4	1100.6		○	800	17.1	谷部	
	更新区1-に-1	533.1	アカガシ				尾根部	
	花山 1-と-2	907.9		○	600	44.3	斜面中部	
花山 2-と-1	449.0	ウラジロガシ				尾根部		
花山 2-と-2	581.9	コジイ				谷部		
花山 2-と-3	976.5		○	-	8.2	斜面下部	H24 調査以降ギャップ形成	
H28	春日山 3-2	525.0	ツクバネガシ				斜面下部	
	春日山 4-3	534.7	コジイ	○	-	6.6	斜面下部	H24 調査以降ギャップ形成
	春日山 8-3	728.2		○	200	6.8	尾根部	
	春日山 9-5	579.6		○	300	11.2	斜面下部	
合計	27806.9 ㎡ (2.8 ha)	20 箇所	17 箇所		366.9 ㎡			

※1 平成 24 年度現地調査結果 (100 ㎡以上のギャップを抽出)。抽出されたギャップを含む範囲に植生保護柵を設置。

※2 平成 29 年度航空レーザー測量成果により抽出された植生保護柵内のギャップ面積 (2 ㎡以下は未検出)

3. モニタリング調査結果

植生保護柵を設置してから5年目における柵内の状況について、モニタリング調査結果の分析を行った。平成25年度の5箇所については平成30年度の調査結果、平成26年度設置の7箇所については令和元年度の調査結果、平成27年度設置の20箇所については令和2年度の調査結果を用いた。

(1) 毎木調査

植生保護柵 32 箇所（合計面積約 2.5ha）における樹高 2 m 以上の毎木調査では、設置初年で 5,578 本、5年目で 5,744 本が記録された。記録された成木の内、直径 5 cm 以上の成木について柵の設置初年と 5年目における樹種ごとの本数、胸高断面積合計を表4に示す。なお、ここでの「加入」は植生保護柵の設置から5年目までに樹高が 2 m に到達したものを指す。

植生保護柵内における直径 5 cm 以上の本数は合計 3,052 本であり、設置初年から 20 本増加し、設置初年に記録された成木の生存率は約 91.1%であった。面積当たりの成木の本数（幹密度、本/ha）と胸高断面積合計（m²/ha）は、5年目でそれぞれ約 1,200 本/ha、約 50.6 m²/haであった。常緑樹林における毎木調査の事例（直径 5 cm 以上、調査面積 4 ha）の幹密度、胸高断面積合計は、宮崎県の綾照葉樹林（宮崎森林管理署竹野国有林）で 1,150 本/ha、49.4 m²/ha（永松ら 2002）、長崎県対馬の龍良山で 1,143 本/ha、63.5 m²/ha（西村・真鍋 2006）であり、植生保護柵内の幹密度はこれらの事例よりやや高くなった。

樹種別の植生保護柵内の胸高直径 5 cm 以上の本数は、常緑樹で増加、落葉樹と針葉樹で減少した。胸高断面積は常緑樹と針葉樹で増加、落葉樹で減少した。

表4 毎木調査における樹種ごとの本数と胸高断面積合計（直径 5 cm 以上）

樹種	本数						胸高断面積合計 (m ²)		
	設置初年	生存	加入	5年目	生存率※1	前回比※2	設置初年	5年目	変化量
常緑樹	2,470 971本/ha	2,263	110	2,539 998本/ha	91.6%	+2.8%	79.5 31.2 m ² /ha	81.1 31.9 m ² /ha	+1.6 0.6 m ² /ha
高木種	519 204本/ha	469	19	499 196本/ha	90.4%	-3.9%	58.3 22.9 m ² /ha	58.9 23.2 m ² /ha	+0.6 0.3 m ² /ha
亜高木種	105 41本/ha	100	6	111 44本/ha	95.2%	+5.7%	3.3 1.3 m ² /ha	3.3 1.3 m ² /ha	0.0 0.0 m ² /ha
低木種	1,846 726本/ha	1,694	85	1,929 758本/ha	91.8%	+4.5%	17.9 7.0 m ² /ha	18.8 7.4 m ² /ha	+0.9 0.4 m ² /ha
針葉樹	402 158本/ha	366	8	371 146本/ha	91.0%	-7.7%	36.9 14.5 m ² /ha	37.4 14.7 m ² /ha	+0.4 0.2 m ² /ha
高木種	254 100本/ha	226	6	234 92本/ha	89.0%	-7.9%	35.3 13.9 m ² /ha	35.6 14.0 m ² /ha	+0.4 0.1 m ² /ha
亜高木種	148 58本/ha	140	2	137 54本/ha	94.6%	-7.4%	1.7 0.7 m ² /ha	1.7 0.7 m ² /ha	+0.1 2.5×10 ² m ² /ha
落葉樹	160 63本/ha	132	10	142 56本/ha	82.5%	-11.3%	11.8 4.6 m ² /ha	10.3 4.0 m ² /ha	-1.5 -0.6 m ² /ha
高木種	104 41本/ha	94	5	99 39本/ha	90.4%	-4.8%	10.3 4.1 m ² /ha	9.3 3.6 m ² /ha	-1.1 -0.4 m ² /ha
亜高木種	46 18本/ha	31	2	33 13本/ha	67.4%	-28.3%	1.4 0.6 m ² /ha	1.0 0.4 m ² /ha	-0.4 -0.2 m ² /ha
低木種	10 4本/ha	7	3	10 4本/ha	70.0%	0.0%	5.0×10 ⁻² 2.0×10 ² m ² /ha	4.2×10 ⁻² 1.6×10 ² m ² /ha	-7.6×10 ⁻³ 3.0×10 ³ m ² /ha
全体 約 2.5ha	3,032 1,192本/ha	2,761	128	3,052 1,200本/ha	91.1%	+0.7%	128.2 50.4 m ² /ha	128.7 50.6 m ² /ha	+0.5 0.2 m ² /ha

※1 (生存した本数) ÷ (設置初年の本数) × 100 ※2 (5年目の本数) ÷ (設置初年の本数) - 1

植生保護柵 32 箇所ごとの幹密度と胸高断面積を表 5 に示す。設置から 5 年目の柵内全体の幹密度（樹高 2 m 以上の成木すべて）は約 2,258 本/ha であった。植生保護柵内の成木 5,744 本の内、胸高直径が 30cm 以上の本数は 372 本であり、幹密度は約 146 本/ha であった。幹密度は谷部に立地する植生保護柵で低くなった。

表 5 植生保護柵ごとの立木密度と胸高断面積（設置 5 年目）

植生保護柵	立地	面積 (m ²)	全体				直径 30.0 cm 以上				
			本数	幹密度 (本/ha)	BA※ (m ²)	単位面 積当た りの BA (m ² /ha)	本数	幹密度 (本/ha)	BA (m ²)	単位面 積当た りの BA (m ² /ha)	
H25	春日山 4-1	斜面下部	664.2	185	2,785.3	2.4	36.0	8	120.4	1.5	22.4
	春日山 5-1	尾根部	730.0	185	2,534.2	3.2	43.4	11	150.7	1.9	25.6
	春日山 16-1	斜面下部	404.9	85	2,099.3	1.8	43.7	4	98.8	0.8	18.6
	花山 1-と-1	斜面中部	401.2	108	2,691.9	3.9	96.0	10	249.3	3.4	84.7
	花山 2-い-1	斜面中部	404.9	118	2,914.3	3.6	88.1	14	345.8	2.9	72.0
H26	春日山 8-1	斜面下部	1,050.0	420	4,000.0	6.3	60.1	21	200.0	4.6	43.8
	春日山 9-1	斜面上部	893.4	262	2,932.6	6.6	74.2	24	268.6	5.5	61.9
	春日山 9-2	斜面上部	785.5	172	2,189.7	4.6	59.2	9	114.6	3.5	45.2
	春日山 9-3	谷部	2,008.9	374	1,861.7	6.4	31.7	18	89.6	3.9	19.4
	春日山 11-1	斜面上部	812.0	209	2,573.9	4.9	59.8	15	184.7	3.9	47.9
	春日山 13-1	尾根部	613.8	152	2,476.4	3.9	64.2	9	146.6	3.1	51.2
	更新区 2-は-1	斜面下部	670.6	282	4,205.2	3.7	55.5	12	178.9	2.5	38.0
H27	春日山 4-2	斜面中部	892.3	162	1,815.5	5.5	61.1	15	168.1	4.2	46.6
	春日山 5-2	尾根部	1,063.0	191	1,796.8	5.8	54.7	10	94.1	4.8	45.5
	春日山 8-2	尾根部	934.3	199	2,129.9	7.3	77.7	21	224.8	6.2	66.4
	春日山 9-4	谷部	1,216.2	239	1,965.1	2.4	20.0	5	41.1	1.1	9.1
	春日山 11-3	斜面上部	1,580.1	225	1,424.0	5.5	34.8	12	75.9	4.4	27.9
	春日山 12-1	斜面中部	641.3	165	2,572.9	4.7	73.4	13	202.7	3.7	57.1
	春日山 12-3	尾根部	471.8	112	2,373.9	1.5	32.6	5	106.0	0.8	15.9
	春日山 13-2	谷部	334.7	31	926.2	1.7	51.5	5	149.4	1.6	46.5
	春日山 13-5	斜面上部	173.5	80	4,611.0	1.4	82.1	4	230.5	0.7	39.0
	春日山 14-1	斜面中部	867.0	216	2,491.3	4.6	52.7	13	149.9	3.1	36.1
	春日山 14-2	尾根部	623.7	169	2,709.6	5.8	92.7	17	272.6	4.6	74.4
	春日山 15-1	斜面上部	1,053.6	186	1,765.4	5.0	47.1	14	132.9	3.8	35.8
	春日山 16-2	斜面下部	887.6	115	1,295.6	2.5	28.6	9	101.4	1.8	19.8
	春日山 16-3	尾根部	711.9	243	3,413.4	3.5	48.7	9	126.4	2.2	30.6
	春日山 16-4	谷部	1,100.6	252	2,289.7	4.3	39.1	15	136.3	2.6	24.0
	更新区 1-に-1	尾根部	907.9	175	1,927.5	4.5	50.0	15	165.2	3.5	38.4
	花山 1-と-2	斜面中部	449.0	174	3,875.3	3.6	79.6	8	178.2	2.7	60.0
	花山 2-と-1	尾根部	581.9	47	807.7	1.5	25.7	6	103.1	0.9	16.2
	花山 2-と-2	谷部	976.5	72	737.3	4.6	47.0	10	102.4	4.1	42.2
花山 2-と-3	斜面下部	533.1	139	2,607.4	3.9	73.4	11	206.3	3.0	56.4	
植生保護柵の 立地ごとの集計	尾根部 (9)	6,638.3	1,473	2,218.9	37.0	14.5	103	155.2	28.0	8.6	
	斜面上部 (6)	5,298.1	1,134	2,140.4	28.0	11.0	78	147.2	21.8	7.8	
	斜面中部 (6)	3,655.7	943	2,579.5	25.7	10.1	73	199.7	20.0	5.6	
	斜面下部 (6)	4,210.4	1,226	2,911.8	20.7	8.1	65	154.4	14.1	11.0	
	谷部 (5)	5,636.9	968	1,717.3	19.4	7.6	53	94.0	13.3	5.2	
全体	25,439.4 (2.5 ha)	5,744	2,257.9	130.8	51.4	372	146.2	97.3	38.2		

※BA：胸高断面積合計

樹種ごとの直径、本数について表 6 に示す。平成 25 年から令和 2 年の毎木調査において、植生保護柵内で合計 72 種が記録された（設置初年 60 種、5 年目 69 種）。この内、植生保護柵内で最大直径が 100cm を超える樹種は 6 種であった（スギ、コジイ、モミ、ツクバネガシ、アカガシ、ウラジロガシ）。設置初年、5 年目の本数が最も多い樹種はイヌガシであった（初年 1,489 本、5 年目 1,599 本）。

先行研究では、最大直径が 30cm 以上の樹種を春日山原始林の林冠木と定義しており（伊東ら 2019）、これに従えば植生保護柵内に生育する樹木の内、28 種が林冠木として区分される。植生保護柵内では、スギやモミなどの針葉樹や、常緑ブナ科の 6 種（アカガシ、アラカシ、イチイガシ、ウラジロガシ、コジイ、ツクバネガシ）など、春日山原始林の主要な構成樹種である高木種のほか、落葉樹のアカシデやウリハダカエデなどが林冠木種に分類される。この定義に基づく分類では、常緑低木種のイヌガシ（最大直径 61.9cm）も林冠木種に含まれることになり、林冠に到達する個体も 20 本程度みられるが、平均直径は 10cm 未満であり、柵内で確認されたイヌガシのほとんどは中低木である。

表 6 植生保護柵内における樹種ごとの直径と本数（樹高 2 m 以上、最大直径順）

樹種	直径 (cm)		本数		樹種	直径 (cm)		本数	
	最大値	平均	設置初年	5 年目		最大値	平均	設置初年	5 年目
スギ※	163.3	39.8	133	122	ホソバタブ	39.6	12.0	40	41
コジイ※	125.9	30.4	175	174	クマノミズキ	36.4	21.6	9	9
モミ	125.3	39.5	73	61	ホオノキ	36.2	19.9	8	8
ツクバネガシ	123.2	29.8	58	58	カラスザンショウ	29.9	7.4	9	32
アカガシ	107.8	45.7	47	44	カナクギノキ	29.0	19.1	6	6
ウラジロガシ※	102.5	20.5	204	191	クロバイ※	27.5	9.5	296	304
イチイガシ	94.2	21.9	60	57	シキミ※	27.5	5.8	243	264
イヌシデ	87.4	44.1	13	12	ヤブニッケイ	27.1	7.3	44	59
アラカシ	86.7	14.9	54	59	ソヨゴ	25.8	14.3	24	24
ヤマザクラ	79.5	49.9	7	6	タカノツメ	25.5	25.5	1	1
ツガ	77.5	21.8	35	34	ヤブツバキ	24.8	6.2	101	104
エノキ	70.2	70.2	1	1	ナンキンハゼ	23.2	9.6	21	12
アカシデ	69.5	31.1	25	23	モッコク	22.7	22.7	1	1
カゴノキ	62.2	18.7	31	31	アセビ	21.0	8.3	97	107
イヌガシ※	61.9	4.7	1,489	1,599	シロバイ※	20.7	7.1	273	279
ヤマモモ	61.1	43.3	3	3	クロガネモチ	18.8	7.8	12	12
ヒノキ	55.4	13.6	13	15	コシアブラ	18.8	12.2	2	2
ムクロジ	53.9	23.6	24	26	リョウブ	17.7	17.7	1	1
カヤ	53.1	22.7	7	8	アカメガシワ	17.3	6.9	4	3
リンボク	52.4	25.7	11	11	シャシャンボ	15.7	9.7	2	2
シロダモ	44.0	9.4	28	19	ヒサカキ※	14.7	4.5	468	425
ウリハダカエデ	42.1	7.7	20	34	カナメモチ	12.7	4.1	17	17
ナギ※	41.7	7.2	280	264	ネズミモチ	12.6	6.3	11	13
サカキ※	40.8	7.4	1,036	1,052	その他 (24 種)			58	109
アサダ	40.0	20.8	3	5	合計			5,578	5,744

※…本数が多い主な 10 種

植生保護柵内全体での本数の変化量が大きい樹種について表7に示す。

本数の増加は常緑低木種のイヌガシの110本で最も大きくなった。常緑低木種のほか、落葉高木種のカラスザンショウで本数の増加が確認された。

本数の減少は常緑低木種のヒサカキの43本で最も大きくなった。ヒサカキのほか、針葉樹や常緑高木種のウラジロガシで本数の減少がみられた。ナギ（針葉樹・亜高木種）の減少がみられるが、過去に数量調整を実施した個体が枯死木数に含まれているためである。

表7 変化量の大きい樹種

樹種	本数				変化量 (本)	
	設置初年	枯死	加入	5年目		
本数 増	イヌガシ	1,489	188	298	1,599	+110
	カラスザンショウ	9	1	24	32	+23
	シキミ	243	24	45	264	+21
	サカキ	1,036	51	67	1,052	+16
	ヤブニッケイ	44	5	20	59	+15
本数 減	スギ	133	15	4	122	-11
	モミ	73	13	1	61	-12
	ウラジロガシ	204	28	15	191	-13
	ナギ	280	29	13	264	-16
	ヒサカキ	468	81	38	425	-43

植生保護柵内の成木について胸高直径別の本数を図3に示す。設置初年、5年目ともに、胸高直径5cm未満の成木が占める本数が最も多くなった。常緑樹ではどの直径階においても本数の増加が見られた。針葉樹では50cm未満の直径階では本数が減少しているが、直径50cm以上の直径階で5本増加した。落葉樹は若木の加入により5cm未満の直径階で増加したが、それ以外の直径階では本数が減少した。

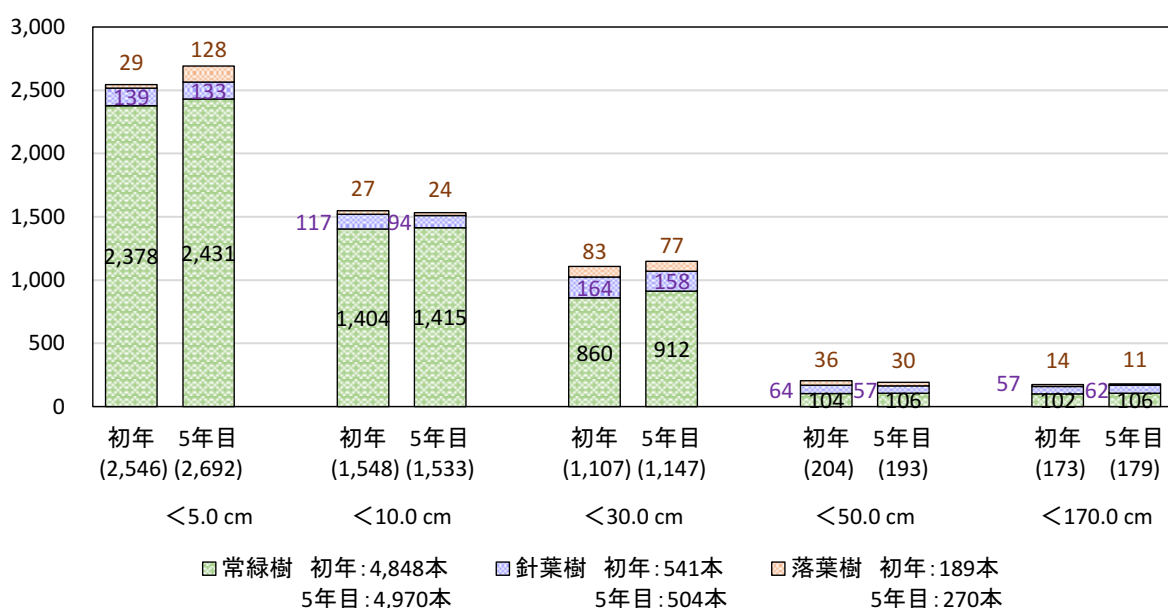


図3 植生保護柵内における胸高直径階別の本数

(2) 植生調査

植生保護柵 32 箇所における設置初年と 5 年目の出現種数を表 8 に示す。植生保護柵内の出現種数は、32 箇所の平均出現種数は設置初年で 20.1 種、5 年目で 50.1 種となり約 2.5 倍となった。植生保護柵外についても、平均出現種数は初年の 6.1 種から 12.1 種であり約 2 倍となった。

植生保護柵内外における出現種数の割合を図 4 に示す。5 年目に出現した種数は、植生保護柵内では草本植物の 97 種が最も多く、出現種数の 35.3% を占めている。一方で、柵外ではシダ類の 29 種 (27.6%) が最も多くなった。

植生保護柵 32 箇所内での出現種数の推移について図 5 に示す。柵内での出現種数は概ね増加している。

表 8 植生保護柵内の出現種数 (32 箇所の平均)

調査範囲	出現種数	
	設置初年	5 年目
植生保護柵内	61 科 174 種 (32 箇所の平均) 20.1 種	83 科 275 種 (32 箇所の平均) 50.1 種
植生保護柵外	37 科 62 種 (32 箇所の平均) 6.1 種	53 科 105 種 (32 箇所の平均) 12.1 種

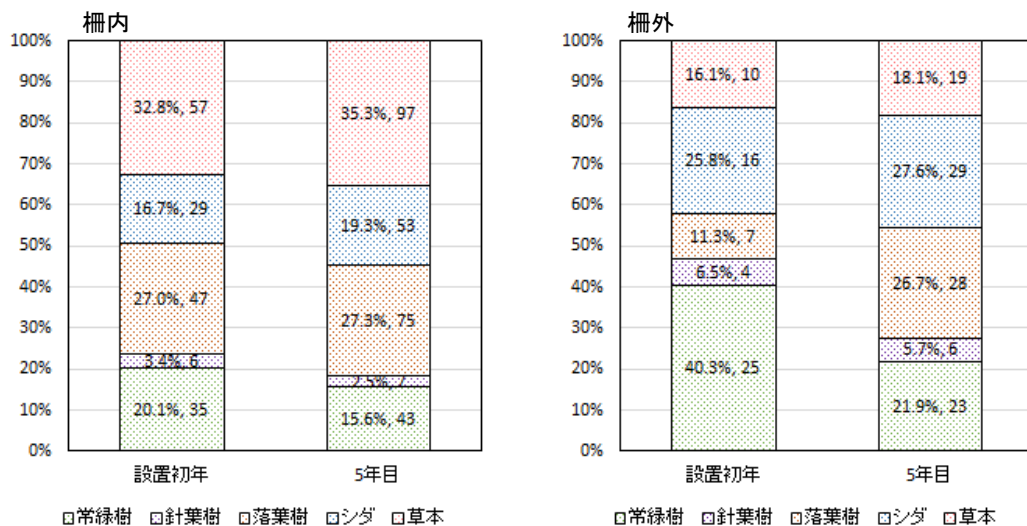


図 4 植生保護柵内外における出現種数の割合

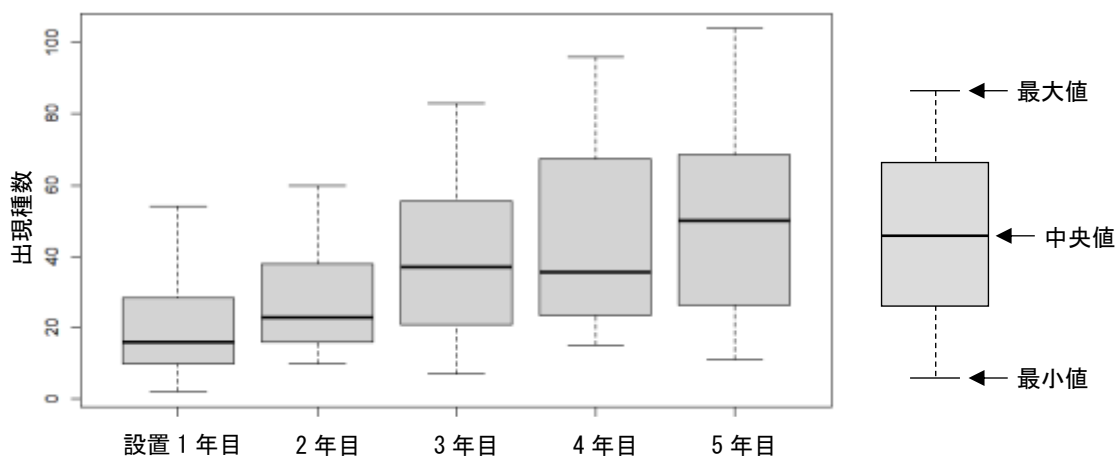


図 5 植生保護柵内における出現種数の推移

(3) 後継樹生育状況調査

各植生保護柵で設置初年度に記録した後継樹実生の生存状況を表9に示す。後継樹生育状況調査は隔年で行っており、平成25年度設置保護柵では平成26年・28年・30年、平成26年度設置保護柵では平成27年・29年・令和元年、平成27年度設置保護柵では平成27年・30年・令和2年に調査を実施した。主な追跡対象は調査範囲内に生育する一部の高木種実生・稚樹であるが、亜高木種や低木種の個体についても追跡している。

追跡開始から5年目の生存率（設置初年度に追跡を開始した本数に対する5年目の生存数の割合）は、32箇所全体で53.8%となった。過去に植生保護柵が破損した植生保護柵（14箇所）における平均の生存率は、破損していない植生保護柵よりも低くなった（表10）。生存率が50%未満の植生保護柵10箇所の内、半数の5箇所では過去に植生保護柵が破損しており、残りの半数では林冠の閉鎖や下層のシダ類の繁茂が観察された。

常緑広葉樹林における実生の追跡調査等既往研究の結果をみると、実生の生存率は40～80%と報告されている。（後述11頁：参考を参照）

春日山原始林における後継樹実生の生存率は植生保護柵の破損がなければ平均63.6%となっており、概ね、植生保護柵の設置によって後継樹の実生が保全されていると評価される。

表9 追跡対象とした後継樹実生の生存状況

設置年度	本数			生存率	
	追跡開始	3年目	5年目	3年目	5年目
H25（5箇所）	147	74	66	50.3%	44.9%
H26（7箇所）	60	43	35	71.7%	58.3%
H27（20箇所）	211	145	124	68.7%	58.8%
全体（32箇所）	418	262	225	62.4%	53.8%

表10 植生保護柵ごとの後継樹実生の生存率

破損状況	設置年度	生存率50%以上（22箇所）	生存率50%未満（10箇所）
破損なし （18箇所） 平均の生存率： 63.6%	(H25)	春日山5-1	春日山4-1、春日山16-1
	(H26)	春日山9-3、春日山11-1、 春日山13-1、更新区2-は-1	春日山9-2
	(H27)	春日山4-2、春日山9-4、 春日山14-1、春日山16-3、 春日山16-4、更新区1-に-1、 花山1-と-2、花山2-と-2	春日山11-3、春日山13-2
破損あり （14箇所） 平均の生存率： 50.8%	(H25)	花山1-と-1、花山2-い-1	
	(H26)	春日山9-1	春日山8-1
	(H27)	春日山5-2、春日山12-3、 春日山13-5、春日山14-2、 花山2-と-1、花山2-と-3	春日山8-2、春日山12-1、 春日山15-1、春日山16-2、

※各植生保護柵における5年目までの破損状況（令和2年度時点の状況と異なる場合がある）

樹種ごとの本数と生存率について表 11 に示す。常緑樹、落葉樹、針葉樹の 5 年目の生存率はそれぞれ 55.6%、38.1%、60.0%となった。常緑樹、針葉樹では破損履歴のない植生保護柵で生存率は高くなった。

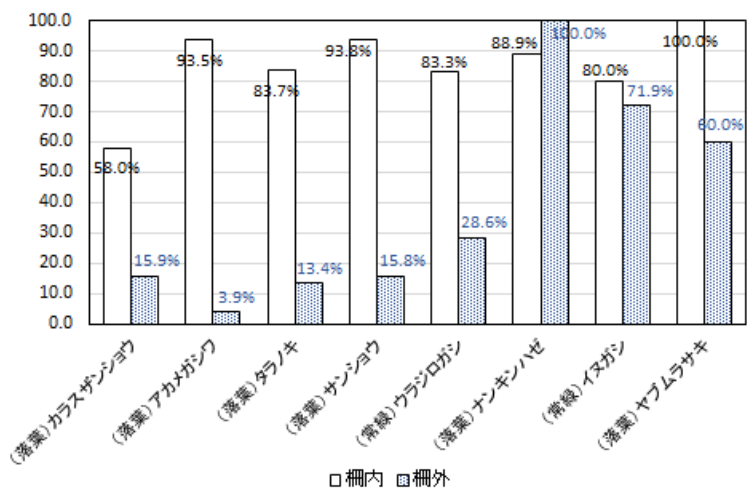
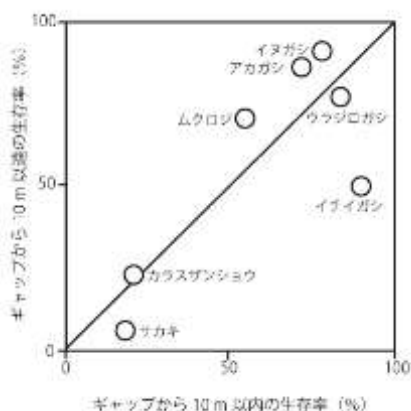
表 11 樹種ごとの後継樹実生の状況

樹種	本数			生存率	
	設置初年	3 年目	5 年目	3 年目	5 年目
常緑樹	270	178	150	65.9%	55.6%
破損なし	144	100	89	69.4%	61.8%
破損あり	126	78	61	61.9%	48.4%
落葉樹	63	29	24	46.0%	38.1%
破損なし	34	15	12	44.1%	35.3%
破損あり	29	14	12	48.3%	41.4%
針葉樹	85	55	51	64.7%	60.0%
破損なし	55	37	34	67.3%	61.8%
破損あり	30	18	17	60.0%	56.7%

(参考) 実生の生存率

森林の更新において、実生が定着するまでの過程には動物やギャップ、母樹からの距離など様々な要因が関係している。例えば、ギャップに近接する範囲に発生した常緑のシイ・カシ類の実生の生存率は 70~90%である (森林総合研究所九州支所 1996)。九州の事例では、20×20m の方形区内におけるアカガシ実生・稚樹の生存率は 1 年間で約 41%であり、消失の要因は野生動物の摂食によるものと報告されている (岡野 1987)。

春日山原始林において実施された木本実生 8 種の生存率の調査では、柵を設置してから 1 年後の柵内の常緑広葉樹の生存率は 80%程度である。柵外では、シカが摂食しないナンキンハゼとイヌガシの生存率が高く、シカが摂食するカラスザンショウやアカメガシワ、タラノキ、サンショウの生存率は 20%以下となっている (Shimoda et al. 1994)。



(参考) ギャップからの距離と実生の生存率

出典：森林総合研究所九州支所 (1996) より一部抜粋

(参考) 柵の内外における 8 種の生存率 (春日山原始林)

出典・参考：Shimoda et al. (1994)、前迫 (2006)

(4) 希少種・絶滅危惧種・絶滅寸前種の出現状況

奈良県野生生物目録（奈良県くらし創造部景観・環境局、2017）において、希少種、絶滅危惧種、絶滅寸前種に分類される種（RDB 記載の種）の出現柵数について表 12 に示す。設置初年の時点で RDB 記載の種が出現した植生保護柵が 12 箇所であったのに対し、設置から 5 年目の出現柵数は 24 箇所となった。

設置から 5 年目の出現柵数は絶滅危惧種のウドカズラの 17 箇所、次いで希少種のヤマイバラの 13 箇所が多くなった。

表 12 植生保護柵内における希少種・絶滅危惧種・絶滅寸前種の出現状況

分類	種名	出現した植生保護柵数				
		設置初年	2 年目	3 年目	4 年目	5 年目
希少種 (7 種)	イナモリソウ			1		1
	オオバノトンボソウ					1
	キジョラン		1	3	3	3
	コ克蘭	1	1	1	2	3
	センリョウ*					1
	ヤマイバラ	8	11	13	11	13
	ヤマホロシ			2	3	1
絶滅危惧種 (7 種)	ウドカズラ	1	1	10	14	17
	キヨスミウツボ					1
	クリンソウ	2	1	1	1	2
	シャクジョウソウ	1				
	シュンラン			1	1	1
	フウラン					1
	リュウキュウマメガキ			4	3	7
絶滅寸前種 (2 種)	ジングウスゲ					1
	フモトシケシダ			4	3	4
RDB 記載の種が出現した保護柵		12	14	22	22	24

※…栽培の逸出の可能性あり



図 6 ウドカズラ



図 7 ヤマイバラ

(5) ナギ・ナンキンハゼの出現状況

植生保護柵内におけるナギとナンキンハゼの出現状況を表 13 に示す。

常緑針葉樹のナギは5箇所の植生保護柵で成木が生育している。「春日山 9-2」、「春日山 9-3」植生保護柵では過去に数量調整が試験的に行われているが、現在も柵内に成木が残っている。低木・実生については5箇所の植生保護柵で確認されている。

落葉亜高木種の外来種であるナンキンハゼは、2箇所で成木、7箇所で低木・実生の生育が確認されている。柵設置当初は3箇所で成木の生育が確認されたが、「春日山 4-1」植生保護柵の成木は5年目までに枯死した。なお、「春日山 8-1」植生保護柵内の成木は令和2年11月に伐採した。

表 13 植生保護柵内におけるナギとナンキンハゼの出現状況^{※1}

樹種	成木 (2 m以上)	低木・実生 (2 m未満)
ナギ	5 箇所 春日山 4-1、春日山 8-2、春日山 9-2、 春日山 9-3、春日山 9-4	5 箇所 春日山 4-1、春日山 9-2、春日山 9-3、 春日山 9-4、春日山 13-5
ナンキンハゼ	2 箇所 春日山 8-1、春日山 9-3 春日山 4-1…5年目までにすべての成木が枯死 春日山 8-1…6年目 (令和2年) にすべて伐採	7 箇所 春日山 4-2、春日山 8-2、春日山 9-2、 春日山 13-1、春日山 14-2、春日山 16-1、 花山 2-と-3

※各植生保護柵における5年目時点での出現状況を示す



図 8 ナギ (春日山 4-1)



図 9 ナンキンハゼ (春日山 16-1)

4. 植生保護柵による保全の効果と今後のモニタリング調査について

(1) 階層構造の変化

植生保護柵内の毎木調査では、樹高が2 mに到達する成木の本数が設置初年よりも増加した。本数、胸高断面積とともに増加したのは常緑樹であり、高木種、低木種の面積当たりの胸高断面積合計の増加がみられた。植生保護柵の設置により、シカによる採食圧や踏圧等の影響が阻害されたことで、下層（2 m未満）で生育していた稚樹が定着・生長したと考えられる。落葉樹では、全体の本数は増加したが、直径5 cm以上の本数は減少しており胸高断面積合計も減少した。これは、ウリハダカエデなどの先駆性樹種の成木の枯死や、シデ類等の倒木が発生した一方で、カラスザンショウなどの若木が新たに多数加入したためと考えられる。

(2) 林床植生の回復・保全

林床植生調査の結果、植生保護柵内における出現種数は植生保護柵の設置から増加している。また、柵外の出現種数よりも柵内の出現種数が多く、奈良県の生物目録における希少種や絶滅危惧種、絶滅寸前種の出現箇所数が増加している。このことから、植生保護柵を設置することにより多様な植生の生育環境が保全されていると考えられる。その一方で、植生保護柵の破損が発生した年には、シカ等による林床の攪乱で出現種数が大幅に減少することが観察されている。このため、植生保護柵の機能を維持し、破損時に迅速な対応を行うための体制づくりが必要である。

(3) 後継樹実生の定着

後継樹生育状況調査では、追跡対象とした実生の半数以上が現在も生育しており、樹高も成長している。新規の実生も調査期間内に発生していることから、植生保護柵の設置により後継樹実生が生長する環境が保全されていると考えられる。一方で、林冠が閉鎖し林床が暗い箇所や、シダ類等の他の植生が繁茂している箇所、過去に植生保護柵が破損している箇所では後継樹の生存率は低くなったことから、後継樹の生育による保全・再生を図る場合には、光環境（ギャップの有無、林床の照度など）や周囲の植生について留意する必要がある。

(4) 今後の課題・取り組み

設置から5年が経過した植生保護柵32箇所（平成25年度・26年度・27年度設置）のモニタリング調査結果により、階層構造の変化や林床植生の種数の増加、後継樹の定着、希少な種の出現などが確認され、春日山原始林の保全・再生において、植生保護柵による保全の効果が実証されている。令和3年度に36箇所すべての植生保護柵における5年間の実証実験が完了することから、現在実施しているモニタリング調査は令和3年度まで継続して行われる予定となっている。36箇所のモニタリング調査結果の分析により、植生保護柵の設置による保全の効果について検証し、保全面積の拡大にかかる適切な保全方策について検討する。また、令和4年度以降もモニタリング調査を継続的に実施するため、調査項目やスケジュールについて再検討する。

参考文献

- ・伊東 明, 名波 哲, 神崎 護, 山倉 拓夫(2019) 春日山原始林の樹木動態—20年間のモニタリングから—. 地域自然史と保全, 41 (2) : 89-96.
- ・前迫 ゆり(2006) 春日山原始林とニホンジカ. 世界遺産をシカが喰う シカと森の生態学, 147-165. 文一総合出版, 東京
- ・永松 大, 小南 陽亮, 佐藤 保, 齊藤 哲(2002) 綾照葉樹林の個体群構造と更新. 九州森林研究, 55 (2) : 50-53.
- ・西村 尚之, 真鍋 徹(2006) 森林動態パラメータから森の動きを捉える. 森林の生態学 長期大規模研究からみえるもの, 181-201. 文一総合出版, 東京
- ・岡野 哲郎(1987) 広葉樹林の更新機構に関する研究 アカガシ実生稚樹の消長と分布様式. 九州大学農学部附属演習林年報, 1987 : 9-10
- ・Shimoda K, Kimura K, Kanzaki M & Yoda K(1994) The regeneration of pioneer tree species under browsing pressure of Sika deer in an evergreen oak forest. Ecological Research, 9:85-92.
- ・森林総合研究所九州支所 (1996) 常緑広葉樹林の動態解明. 森林総合研究所九州支所ホームページ. <http://www.ffpri-kys.affrc.go.jp/seika/ss02indx.htm> (参照 : 2021年1月18日)