

久木野保護林における下層植生に与えるシカの影響評価  
-水俣照葉樹林研究メンバーから提供された植生資料から-  
米田 健 (九州森林管理局保護林管理委員会委員)

久木野アカガシ等遺伝資源希少個体群保護林の植生資料が、水俣照葉樹林研究メンバーから2021年1月に九州森林管理局に提供された。その資料内容の説明と、資料から読み取れるシカの影響について下層植生を中心に報告する。



1968-1973年に実施されたIBP（国際生物事業計画）の調査林。標高400m-637mに広がり、多様なシイ・カシ類が優占している照葉樹林。研究林として用いられた33ha中の26.7haが1993年3月に保護林となった。写真はIBP期間中に撮影したもので、観測タワーの先端（矢印）が左端中央に写る。

1. 資料内容 (①, ②)

1.1 資料①（林床植生資料）：

1.1.1 調査地

- ・1993年の台風襲来後の9月に、P2のSQ1, 5, 9, 13の西端ラインとSQ2, 6, 10, 14の西端ラインに沿った二列に2.5m×2.5m枠が16枠づつ設置され（図1）、計32枠で観測した林床植生資料である。
- ・2002年5月には、そのうち12枠（4+8）で再観測された。

<table border="1"> <tr><td>1</td><td></td><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td>5</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td>5</td><td>6</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td>7</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td>8</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td>9</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>9</td><td>10</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td></tr> <tr><td>11</td><td></td><td>11</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td></td><td>12</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>13</td><td></td><td>13</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>14</td><td>13</td><td>14</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td></tr> <tr><td>15</td><td></td><td>15</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>16</td><td></td><td>16</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	1		1				2		2				3	1	3	2	3	4	4		4				5		5				6	5	6	6	7	8	7		7				8		8				9		9				10	9	10	10	11	12	11		11				12		12				13		13				14	13	14	14	15	16	15		15				16		16				<table border="1"> <thead> <tr> <th>被度階級</th> <th>%</th> <th>中央値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5</td> <td>75-100</td> <td>87.5</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>50-75</td> <td>62.5</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>25-50</td> <td>37.5</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>10-25</td> <td>17.5</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1-10</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>+</td> <td>&lt;1</td> <td>0.1</td> </tr> </tbody> </table>	被度階級	%	中央値	5	75-100	87.5	4	50-75	62.5	3	25-50	37.5	2	10-25	17.5	1	1-10	5	+	<1	0.1
1		1																																																																																																																				
2		2																																																																																																																				
3	1	3	2	3	4																																																																																																																	
4		4																																																																																																																				
5		5																																																																																																																				
6	5	6	6	7	8																																																																																																																	
7		7																																																																																																																				
8		8																																																																																																																				
9		9																																																																																																																				
10	9	10	10	11	12																																																																																																																	
11		11																																																																																																																				
12		12																																																																																																																				
13		13																																																																																																																				
14	13	14	14	15	16																																																																																																																	
15		15																																																																																																																				
16		16																																																																																																																				
被度階級	%	中央値																																																																																																																				
5	75-100	87.5																																																																																																																				
4	50-75	62.5																																																																																																																				
3	25-50	37.5																																																																																																																				
2	10-25	17.5																																																																																																																				
1	1-10	5																																																																																																																				
+	<1	0.1																																																																																																																				
<p>図1. P2内の林床植生調査枠の配置。それぞれの枠は、2.5 m×2.5 m。1993年は左列（R0列）と右列（R1）の全32枠で、2002年はR0列の1-4と、R1列の1-8の12枠で観測された。図中の大文字の数値は、10 m×10 mの小正方形区（SQ）番号を示す（図3参照）。</p>	<p>表1. 植物社会学的調査で用いられた被度階級とその被度（%）。提供された資料の被度は、この被度階級が用いられている。本解析では、被度を右端に示した中央値を平均被度として用いた。なお、+の中央値は0.1とした。</p>																																																																																																																					

### 1.1.2 調査項目

通常の植物社会学的調査（被度：表1参照）と各種の枠内での最大生育高が観測された。

### 1.1.3 提供された内容

1993年と2002年に観測された枠単位で整理された出現種の最大生育高と被度。

### 1.1.4 調査メモ

「台風による攪乱によって発生したと思われる陽樹の稚樹が1993年には多く分布していたが、2002年にはほとんどが消失していた。2019年の毎木調査時では林床にはほとんど植物が無いようだった。」（観測された前中氏のコメント）

右の写真：1991年と1993年の台風で保護林内に多くのギャップが発生した。写真は1992年5月に撮影したP2内伐採跡地の林相で、小径木が密生していることが分かる。P1～P3の調査区内外には、1991年9月の台風9号による多くの風倒木が存在していた。



## 1.2 資料②（毎木調査資料）：

### 1.2.1 調査地

保護林内5カ所の永久調査区（P1～P5）での2019年の毎木調査資料。P1～P3は図2に

示す IBP 時に設置されたものと同じ。P4 は右図内の Q13 付近で、P5 は Q17 付近 Q18 側に位置する(図 2)。それらの緯度経度を表 2 に示す。



図 2. 調査区 (P1~P5) の位置図。

表 2. 調査区 (P1~P5) の測量位置 (中島、2013)。



図 3

図 3. 5 つの調査区 (P1-P5) は、いずれも 40 m×40 m の面積で、図のように 10 m×10 m の小方形区 (SQ: Small Quadrat) に 16 等分されている。

P2 の SQ11, 12, 15, 16 では、1973 年に IBP 事業下で皆伐された。それらの 20m×20 m が、資料内の“伐採跡地”である。また、SQ11 と SQ12 内のベルト (1 m×20 m) では、D30(地上高 30 cm での幹直径)が 5 mm 以上の個体 (シュート) が観測対象。

### 1.2.2 調査木のサイズ分けと測定面積

**小径木** : D30(根元から 30cm 高での幹直径)が 1 cm 以上で、DBH (胸高位での幹直径)が 1 cm 以下の個体 (シュート)。P1-P3 の SQ10 (100 m<sup>2</sup>) で D30 を観測。P2 の伐採跡地内 20 m<sup>2</sup> (図 3 参照) では D30 が 5mm 以上の小径木を観測。

**中径木** : DBH が 1 cm 以上で 4.5cm 以下の個体 (シュート)。P4 では SQ 5, 6, 7, 8 の 4 区画、それ以外では SQ 6, 7, 10, 11 の 4 区画で観測。調査面積は 400 m<sup>2</sup>で、D30 と DBH を観測。P2 の伐採地でも D30 と DBH を観測。

**大径木** : DBH が 4.5cm 以上の個体 (シュート) を対象とし、各区の全面積 (1600 m<sup>2</sup>) で観測。P2 の伐採地では D30 と DBH を観測。

### 1.2.3 提供された内容

各調査区 (P1-P5) で 2019 年 11 月 2~5 日に観測されたデータに基づく、下記 5 種類の直径の種別頻度分布。

- 1) P2 内伐採跡地での D30 頻度、
- 2) P2 内伐採跡地での DBH 頻度 (中径木以上)、

- 3) P1-P3 での小径木 D30 頻度、
- 4) P1-P5 での中径木 DBH 頻度、
- 5) P1-P5 での大径木 DBH 頻度

#### 1.2.4 調査メモ

「一つの個体でも株立ちや枝分かれなど測定位置（地上 30cm あるいは 130cm）で複数の幹があれば区別している。したがって、数えた「個体」はシュートの数（幹数）で、個体数でも、株数でもない。」（資料をとりまとめた永野氏のコメント）

## 2. 資料①と②の要点

### 2.1 構成種のシカによる採食性の判定と不嗜好種率の定義

資料①と②に掲載されている全種のシカによる採食性を、橋本・藤木（2014）の資料から判定した。この論文の表 1 には種を採食性で“採食植物”と“不嗜好性植物”に分類し、これまでに発表された論文数が記載されている。1つの種であっても、採食性として、また不嗜好性として発表されたものも多くある。それには、植物がもつ忌避性の強さと生息場所での餌事情が関連するためであろう。餌不足下では忌避性の高い不嗜好性植物も食べる例が観察されている。

本報告では、不嗜好性植物論文数/採食植物論文数比が 1 未満を採食植物 (A)、1 以上を不嗜好性植物 (B) と判定した。資料のないものは不明種 (N) とした。資料に記載された全種の判定結果を付表 1 にまとめた。

この報告書では、対象群落の不嗜好種率を種数と本数を用いて、 $B/(A+B+N)$  と  $B/(A+B)$  の 2 種類で評価した。

### 2.2 資料①の要点

#### 2.2.1 1993 年の林床植生の種構成

1993 年に観測された 32 枠での総種数は 75 種であった。それらの出現率を出現した枠数の全枠数に対する比率で表わし、出現率の高い方からの順位で配列したものが図 4 である、出現率=0.5 は 32 枠中 16 枠に出現したことを意味する。高木層の優占種であるコジイの出現率が最大で 0.91、順位の低下にともない指数関数的に出現率が減少した。

図 5 は、32 枠全体での出現率（横軸）と 2002 年に測定された 12 枠での 1993 年の出現率（縦軸）との関係を示す。両者がほぼ正比例していることから、12 枠での出現率は、32 枠全体をよく反映したものと評価できる。

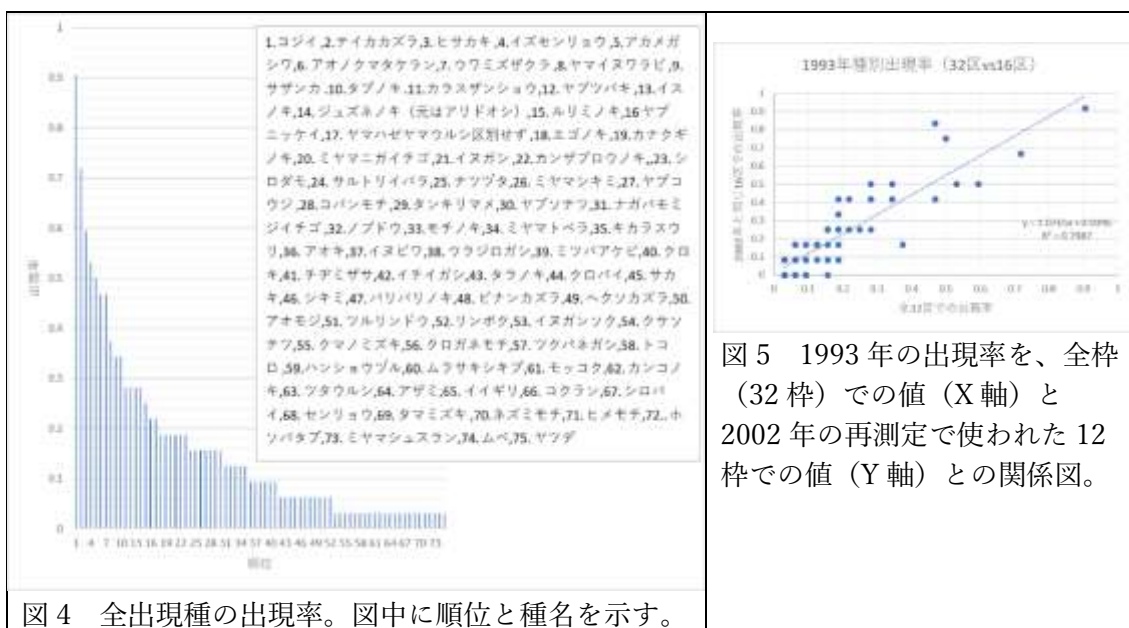


図4 全出現種の出現率。図中に順位と種名を示す。

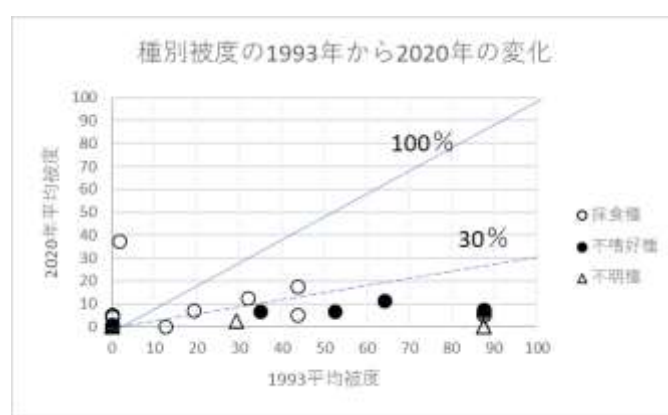
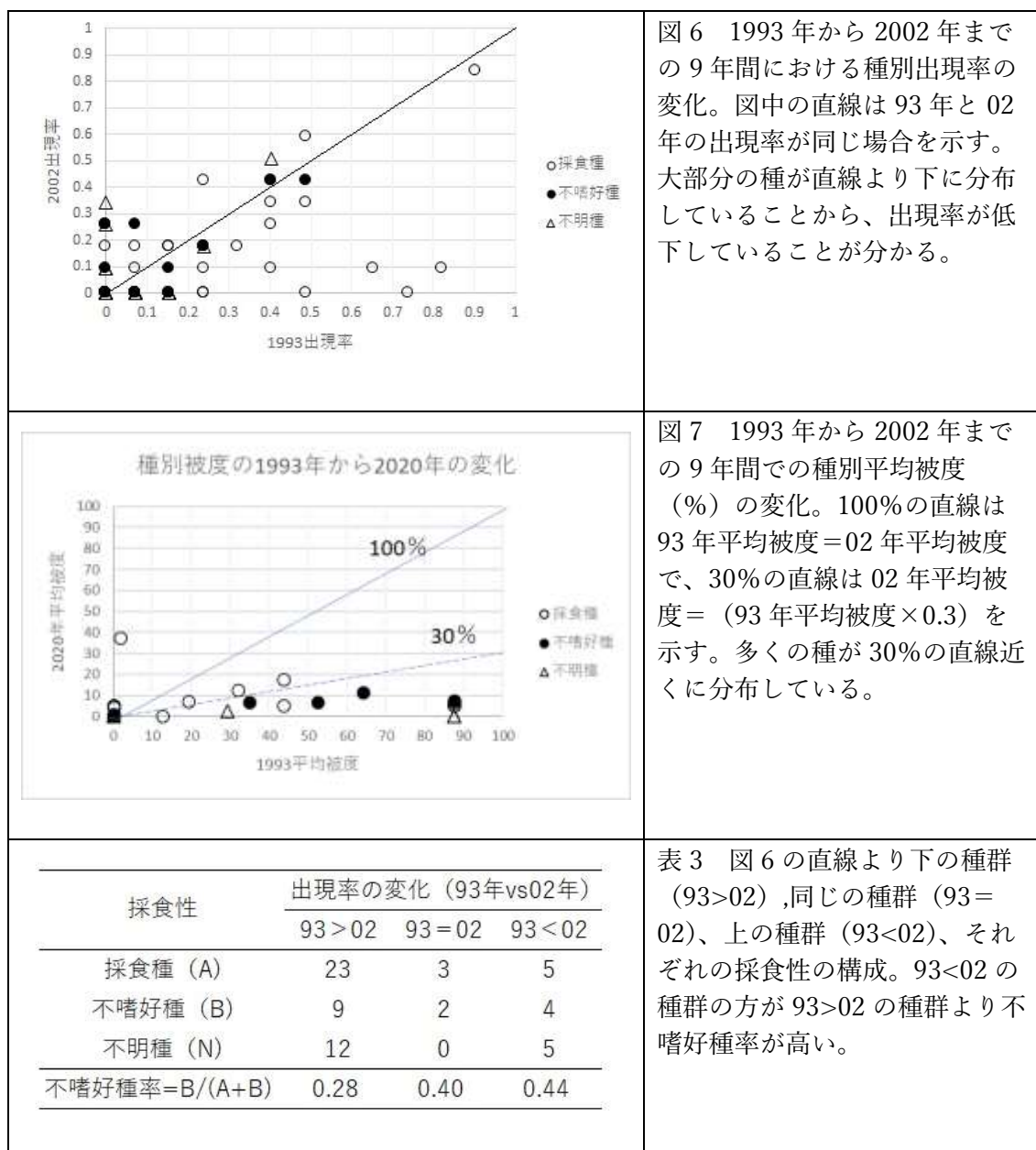
図5 1993年の出現率を、全枠(32枠)での値(X軸)と2002年の再測定で使われた12枠での値(Y軸)との関係図。

### 2.2.2 1993年から2002年までの9年間の変化

2002年に観測された12枠を対象として、種の出現率と平均被度について1993年のデータとの比較から9年間の変化を図6と図7に示した。2002年の出現率および平均被度は、ともに1993年より減少していた。とくに平均被度での減少が著しく、9年間に1993年の30%程度まで低下していた。

9年間の変化を出現率で、構成種群を93年出現率>02年出現率、93=02、93<02の3グループに分類した。これらグループ別に算出した種数の不嗜好種率を表3に示す。9年間に出現率が低下したグループ(93>02)では不嗜好性植物の種数が28%であるのに対し、出現率が增大した93<02のグループでは44%と高い。すなわち、対象とした9年間に採食植物の出現率は減少し、不嗜好性植物群では高まる傾向を示した。

この結果は、9年間での林床植生の変化にシカ食害が影響していることを示唆している。林床植生を観察した前中氏は、“2019年の毎木調査時では、林床にはほとんど植物が無いようだった。”とコメントしている(調査メモ参照)。1993年から2002年までの9年間の後退現象が、2019年まで引き続いた可能性が高い。同様な後退現象は、後述する2019年に観測された毎木資料②からも読み取ることができる。



採食性	出現率の変化(93年vs02年)		
	93>02	93=02	93<02
採食種(A)	23	3	5
不嗜好種(B)	9	2	4
不明種(N)	12	0	5
不嗜好種率=B/(A+B)	0.28	0.40	0.44

表3 図6の直線より下の種群(93>02),同じの種群(93=02)、上の種群(93<02)、それぞれの採食性の構成。93<02の種群の方が93>02の種群より不嗜好種率が高い。

## 2.3 資料②の要点

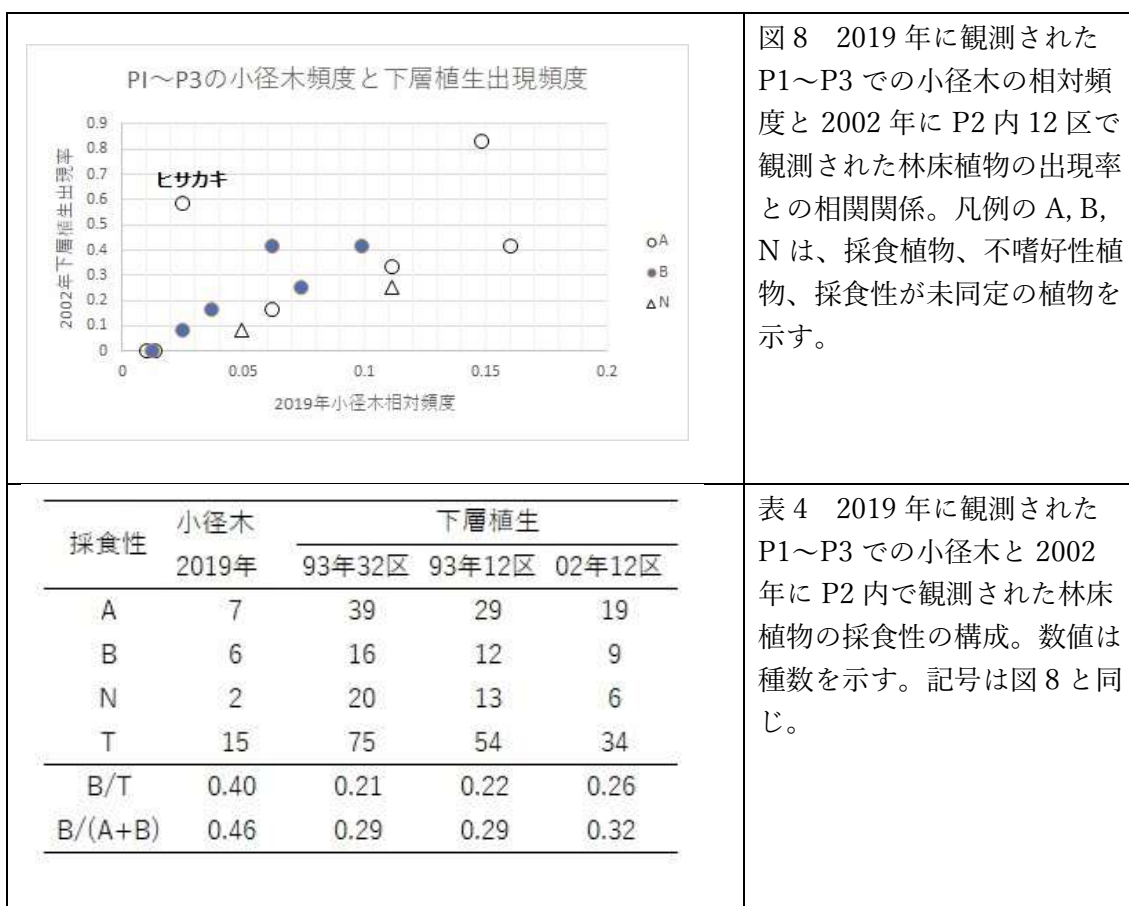
### 2.3.1 2019年小径木と2002年林床植生(資料①)との関係

P1~P3での小径木のD30(地際から30cm高での幹直径)が観察された。種別に3調査区まとめた幹数(シュート数)を種の出現頻度(本数/300㎡)とし、全種の出現頻度に対する比率を種の相対頻度とした。この相対頻度と、2002年にP2で観測された林床植生の出現率(資料①)との関係を図8に示す。小径木の相対頻度は出現した幹数割合で、林床植生の出現率は出現した地点数の割合である。したがって、これら測度の生態的な意味が少し異なるが、小径木の相対頻度は2019年の林床植生の出現頻度にほぼ比例していた。すなわち、2019年にP1-P3において小径木として高い頻度(幹数)で出現した種は、17年前の2002年にも林床植物として高い出現率を持つ種であった。ヒサカキは、この比例

関係から大きく離れた種で、2002年には高い出現率であったが、2019年の小径木としての相対出現頻度が低かった。なお、この関係図は2019年に出現した種を対象にしたもので、2002年には林床植生として分布していたが、2019年には小径木として存在しなかった種も多く存在する。

そこで、両観測時において出現した種すべてを対象に、採食性の違いを比較したものが表4である。2002年と2019年の不嗜好種率を比較すると、全種数に対する不嗜好種率(B/T)では2002年の0.26から0.40に増大し、同定種数での率{B/(A+B)}でも0.32から0.46へと増大している。いずれも、不嗜好種率は2019年の小径木の方が2002年の林床植生よりより0.14ポイント高かった。

2002年の林床植生の各枠内の最大生育高は2m~4mであることから、D30<3cmの小径木は林床植物の対象サイズであろう。しかし、小径木資料には草本類が含まれていないため、この不嗜好種率の変化を時系列変化に読み替えることはできないが、2019年の小径木の4割を越える高い不嗜好種率は、シカの高い食害圧がかかっていることを示唆している。



### 2.3.2 2019年中径木の種構成と不嗜好種率

P1~P5の5つの調査区において観測された中径木の植生概要を表5に示す。各区での総種数と総本数は、標高が高くなるほど低下した。各区の種数と本数から求めた不嗜好種率

には、標高との間には明瞭な関係が認められなかった。しかし、伐採地を含む P2 の不嗜好種率が他区より高いのが特徴といえる。この P2 の種数での不嗜好種率 (0.35, 0.44) は、同年に観測された小径木の値 (0.40, 0.46) に近い (表 4)。これらのことから、2019 年の P2 においては、中径木を含めた DBH<4.5 cm のシュート全体が高い不嗜好種率であったと評価できる。

P2 が種数でも幹数でも高い不嗜好種率を示した原因には、1973 年の伐採、1991 年・93 年の台風によるギャップの発生が、その誘因となっている可能性がある。

標高の高い調査区ほど中径木の種数と総本数が低下しているのは、標高変化にともなう土壤環境の変化が強く影響したものと推察する。

表 5 P1 から P5 で観測された中径木の植生概要。

調査区	総種数	総本数	種数での不嗜好種率		幹数での不嗜好種率	
			B/T	B/(A+B)	B/T	B/(A+B)
P1	33	177	0.27	0.36	0.28	0.37
P2	23	144	0.35	0.44	0.44	0.55
P3	16	112	0.25	0.29	0.40	0.43
P4	12	92	0.33	0.36	0.20	0.23
P5	10	110	0.30	0.38	0.39	0.40

### 2.3.3 大径木の不嗜好種率の直径階級別比較

不嗜好種率がシカの影響を受けているとすれば、直径階級間で比較することで、経年的な傾向が読み取れるのではないかと予想した。しかし、表 6 にまとめた計算結果からは経年変化は読み取れない。この表から、DBH が 40 cm 以上の樹木 12 種はすべて採食植物で、DBH が 20-40cm 級では本数の 90% 以上が採食植物であることが分かる。

DBH>20cm の主要 7 樹種のうちイスノキ (不嗜好植物) 以外のすべて採食植物である。それらの直径階級での出現頻度 (幹数) を図 9 に示す。イスノキは、直径階級が小さいほど頻度が高い、すなわち個体群としては安定したサイズ構成であった。しかし、他のシイ・カシ類は小径級ほど頻度が少ない不安定なサイズ構成であった。ブナ科樹種にはこのようなサイズ構成がしばしば観察されるため (米田、2016)、このサイズ構成のみからはシカ食害の影響を評価できない。しかし、稚樹・幼樹に高いシカの食害圧が続くと、高木の種構成が大きく変わることは間違いない。

薪炭林としての利用で、大きく後退したと推察されるイスノキが、施業後約 110 年経過した現在、全プロットに分布し、全体では安定したサイズ構成をしていることから、個体群として安定的に優占度を回復しつつあると推察する。



表6 P1からP5をひとまとめにした大径木の直径階級別不嗜好種率。総種数と総本数は8000 m<sup>2</sup>当たりの値 (1600 m<sup>2</sup>×5調査区)。

DBH階級 (cm)	総種数	総本数	種数での不嗜好種率		幹数での不嗜好種率	
			B/T	B/(A+B)	B/T	B/(A+B)
4.5-10	37	582	0.32	0.41	0.43	0.51
10-20	37	346	0.30	0.34	0.35	0.46
20-40	25	214	0.24	0.29	0.06	0.07
40-72	12	59	0	0	0	0

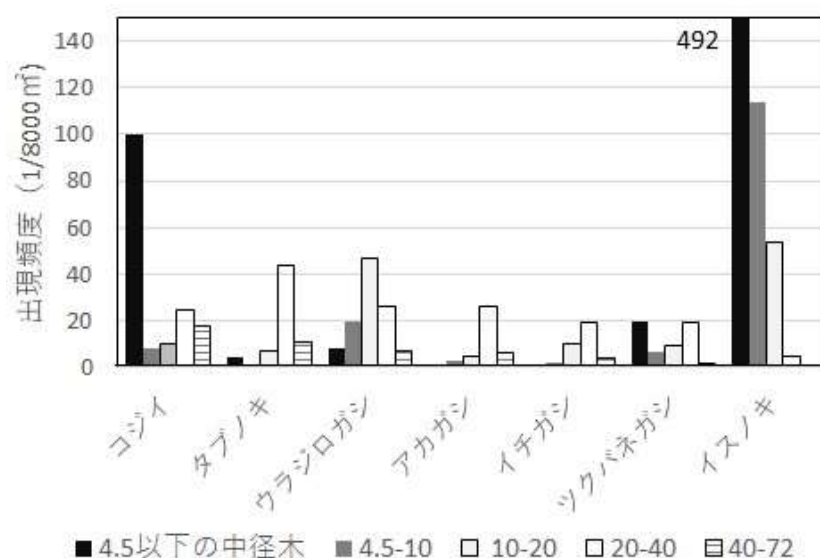


図9 図中に示す凡例は5つのDBH階級を示す。最小直径階級は中径木として5区で観測された幹数で、大径木と同じ面積当たりに換算した頻度である。

図9

### 3. おわりに

2020年2月に当保護林を岩本委員とともに視察した(米田・岩本、2020)。その折には、林内でシカの食痕、糞、角研ぎ痕などを観察したが、被害の程度は軽度であるとの印象を受けていた。その後、岩本委員が2020年11月に再視察され、シカ被害状況が急変をしていることに気づかれ、その旨の報告を受けた。その折に同行された管理局員から、植生の現状把握のため水俣照葉樹林研究メンバーが収集されている資料をみたいとの要望が出たとの報告も受けた。そこで、研究メンバーに森林の現況を説明し、提供をお願いしたところ、快諾され今回の資料を提供して頂いた。これが、資料提供までの経緯である。

資料を提供して頂いた水俣照葉樹林研究メンバー、今回の提供資料をとりまとめて頂いた永野正弘氏と前中久行氏に感謝する。研究メンバーは長期にわたり継続観測されている。植生関連の研究を発表された折には、九州森林管理局に発表論文のコピーを提供して頂くをお願いしたい。なお、今回の解析は、シカ被害との観点から整理したもので、その内容責任は米田にある。

参考文献

- Kira T., Y. Ono & T. Hosokawa (Eds) (1978) Biological production in warm-temperate evergreen oak forest of Japan. JIBP Synthesis Vol.18, Univ. Tokyo Press, Tokyo.
- Omura M., I. Miyata & H. Hosokawa (1978) Vegetation types and association analysis. Ibid. Cap.1.2, 8-21.
- Yamada T., S. Aiba, Y. Kubota, I. Miyata, E. Suzuki, H. Maenaka & M. Nagano (2011) Dynamics of species diversity in a Japanese warm-temperate secondary forest. *Ecosphere* 2(7):art80. doi:10.1890/ES11-00105.1.
- Yamamoto S. & T. Manabe (1977) Typhoon disturbance and tree replacement pattern in a secondary evergreen broad-leaved forest, JIBP Special Research Area at Minamata, southwestern Japan. 森林立地学会誌 森林立地 39(1); 13-20.
- 岩本俊孝・佐藤和歌子 (2020) 第6回保護林現地視察報告書：久木野アカガシ遺伝資源希少個体群保護林（九州森林管理局保護林）.15 ページ.
- 橋本佳延・藤木大介 (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 25: 133-160.
- 中嶋聖徳 (2012) 照葉樹二次林の群集構造とその動態：成長・形態特性をパラメータとした解析。 鹿児島大学農学部卒業論文.
- 米田健 (2016) 薩南諸島の森林. 鹿児島大学生物多様性研究会編 40-90. 南方新社.
- 米田健・岩本俊孝 (2020) 第4回保護林現地視察報告書：久木野アカガシ遺伝資源希少

