

## クマイザサ植生の生態的特性に関する研究

西條, 好迪

<https://doi.org/10.11501/3054241>

---

出版情報 : 九州大学, 1990, 農学博士, 論文博士  
バージョン :  
権利関係 :

## 第8章 ササ型林床植生の放牧利用とその取り扱い

### 第1節 緒 言

第3章で明らかにしたように、中部地方のササ属植物は山地帯に広く分布し、風衝地あるいは林床に密生して、いわゆる林業上ササ生地(ササ仔)と呼ばれる優占群落を形成する。ササ生地は植林時の作業能率を低下させると共に、林木の天然更新の際には稚樹の定着を妨げるなど林業上の障害となっている。反面、ササ類は密生した根群を形成し土壌を緊縛することによって土壌浸食を防止する効果が大きいことと、また、年間を通じて緑葉を着生しているため嗜好性が高い飼料資源となること等有用な野草でもある。

岩田ら(1971b, 1972)や西條ら(1977)の報告にもあるように、本地域においても飼料としての利用事例が各地に見られ、土壌保全を兼ねた放牧や採草に有効利用されつつある。さて、ササ類の利用に関しては、放牧や刈り払いと生産構造および現存量との関係を検討した報告が 縣ら(1979)、平吉ら(1968, 1969 b)および吉田(1950)等によってなされている。

これらの報告で指摘されているように、ササ類を利用するに当たっては、その維持・管理法の確立が必要であり、ササの持つ生理・生態的特性を十分把握しておくことが重要である。上述したようにササ類は、しばしば放牧家畜が嗜好し、ササ草地は古くから家畜の放牧地として利用されている。特に近年、牧草地(人工草地)と併用して肉用牛の放牧飼育期間の延長や、冬期放牧(平吉ら, 1969 a)に供するなど、大きな役割を果たしている。ただ問題になるのは、過放牧によりササ草地が急速に荒廃することである。これは、放牧によってササの生産力が急減するため植生の維持・回復が困難になることであり、ササ草地を永続的に利用するためには放牧時期、期間、放牧密度等について適度の管理が必須条件で、その程度を決定することが重要な課題となってくる。

したがって、ササ草地を放牧利用しようとする場合、ササ類の再生力を損なわない範囲での利用率を推定しなければならない。本章では実際にササ草地を放牧利用したときの、利用率推定およびササの回復状況等について具体的調査事例をもとに考察する。

## 第2節 調査地および方法

### 2-1 調査地における植生の概況

調査の対象にした地域は、岐阜県中西部の福井県境附近の大日岳(海拔1,708.9m)山麓に広がる国有林で、1955年以前にブナ林が伐採された後、その大部分がカラマツ・スギ等の人工林に置き換えられている。また、部分的にはブナの自然林や二次林も成立している。調査地はこれらの森林内に設定したが、植生は自然林、二次林および人工林の3つに大別される。

自然林は、ブナ・ミズナラを主体とし、ハウノキ・イタヤカエデその他の落葉広葉樹を混生する日本海気候型のブナ林である。このブナ林は植生学上、ブナ-ヒメアオキ群集に属するササ型林床の自然植生である。林冠を構成するブナおよびミズナラの胸高直径は40cmに及んでいる。林床に優占するチシマザサ(一部チマキザサやクマイザサが混生する)の稈密度は1㎡当り30~50本程度である。

二次林は、前植生である上述のブナ-ヒメアオキ群集が伐採された後、植林されないまま放置された地区で、ブナの成林を見るまでには至らず、ミズナラやダンコウバイその他の落葉広葉樹が混生する代償植生で、ミズナラ-クリ群集に属する落葉広葉樹林である。この二次林のうち、海拔1265~1450 mではミズナラ・サワフタギ・オオカメノキ等のブナ林の主要構成種群を多く有し、林床におけるササ類の稈密度も上述の自然林と同程度である。一方、海拔1000~1250 mではダンコウバイやイボタノキ等の暖地性樹種を多く混生する林型が発達する。ここではササ類の出現が限られ、タニウツギ・ノリウツギ・イヌツゲ等の低木類の優占する、いわゆる低木型林床の植生構造をとる植分が多くなる。

これらに対して、調査地域の大部分は人工林である。植栽樹種は大部分がカラマツで、ごく一部にスギがみられる。カラマツおよびスギは長期にわたって逐次植林されてきたもので、場所によって樹齢を異にするため林床植生の構造や種組成も多種多様である。また、林床植生は地形とも関連して、その構造が異なることも多い。緩傾斜地や尾根筋の林床には、チシマザサ・クマイザサおよびチマキザサ等が優占し、1㎡当りの稈密度が50本を越える植分も見られる。これとは逆に、カラマツ幼齢林ではササ類の生育が貧弱になっている植分もある。このような箇所は、カラマツ植栽時および植栽後の下刈りの影響を受けた植分である。

## 2-2 調査方法

現地調査を1976年7, 8, 10月に実施した。ここでは林床植生の畜産利用を目的としたため、放牧家畜の可食高を地上2mと想定し、それ以下の植物群を対象にした。この場合、1m以下の層を草本層、2~1mの層を低木層として区別した。そして、各調査地において1㎡方形枠を5区づつ設置し、各区に出現する種の自然草高(H)およびPenfound-Howard(1940)による被度(C)を測定し、併せて各種の出現頻度(F)を算出した。また、これらの測定値に基づき沼田(1961)の積算優占度(SDR<sub>3</sub>)を算出した。

上記の各調査地に設置した5区の方形枠から任意に1区抽出し、ササ類を中心に可食植物の現存量を測定した。この場合、ササについては全地上部を、また低木類については可食部(2m以下の柔らかい茎および葉)だけを測定した。

## 第3節 結果および考察

### 3-1 可食草量の推定

調査結果についてはTable 8-1に示すとおりである。ただし、ここではササ類が生育する調査区のみを表示し、低木層および草本層における積算優占度が上位となる5種だけを示した。また、ササ類は稈密度を基準にして、A(50以上)、B(50~30)およびC(30以下)に小区分した。

ササ類の可食草量推定のための一つの資料として、Fig. 8-1に喫食程度を異にする地点でのチマキザサ地上部の生産構造図を示した。これは入牧後25日を経た時点でのササの稈当りの現存量を表し、0-1は馬立場に最も近く、0-2、0-4ととなるにつれ順次遠ざかる地点のものである。図にみるように0-1地点のササは、可食限界となる稈の上端部(葉鞘群)までも強度に喫食されている。この場合の可食葉鞘群の割合は、平吉ら(1968)にみる調査結果から葉量の約20%とみてよい。

一方、馬立場から離れた0-4地点では、地上部全重の約17.5%に相当する葉が残されている。これは後に示すFig. 8-2の禁牧区のササの生産構造図と比較すると、ごく軽微な喫食状態であることがわかる。0-2地点の喫食程度は0-1と0-4との中間であり、草高は禁牧区のそれと変わらないが、着葉比は8%まで低下している。

Table 8-1a. Floristic composition of five dominant species found  
in the Sasa-typed vegetation of forest-floor. (1976)

Plot No.	A10	A12	A 6	A15	A14	014	015	K 2		
Vegetation type	B	B	C	C	C	C	C	C		
No. of Species	16	18	19	15	13	13	12	21		
Species name	(Japanese)	Stratum								
<i>Sasa palmata</i> Nakai	(Chimakizasa)	S	85	85	100	79	95	89	73	79
<i>S. kurilensis</i> Makino et Shibata	(Chishimazasa)	S	.	.	74	.	.	.	.	.
<i>Lindera umbellata</i> Thunb.										
var. <i>membranacea</i> Momiyama	(Oobakuromji)	S	.	31	.	64	69	48	44	39
		H	.	.	.	60	.	55	53	60
<i>Ilex crenata</i> Thunb.	(Inutsuge)	H	.	.	.	.	.	45	.	66
<i>I. leucoclada</i> Makino	(Himemochi)	H	.	.	54	.	.	.	.	.
<i>Skimmia japonica</i> Thunb. var. <i>intermedia</i>										
Koyama forma <i>repens</i> Hara	(Tsurushikimi)	H	78	.	51	.	43	.	.	.
<i>Daphniphyllum macropodum</i> Miq.										
var. <i>humile</i> Rosenthal	(Ezoyuzuriha)	H	.	.	.	.	77	49	.	84
<i>Hydrangea paniculata</i> Sieb.	(Noriutsugi)	S	74	49	88	.	.	.	.	.
		H	.	.	.	.	.	.	.	52
<i>Aralia elata</i> Seemann	(Taranoki)	S	.	.	.	35	47	77	55	.
<i>Arachniodes mutica</i> Ohwi	(Shinobukaguma)	H	.	.	.	.	44	.	59	.
<i>Viburnum fucatum</i> Bl.	(Ookamenoki)	S	.	.	.	.	.	.	.	35
		H	.	.	.	.	.	.	34	.
<i>V. wrightii</i> Miq.	(Miyamagamadzumi)	S	.	.	.	.	.	.	.	26
<i>Phellodendron amurense</i> Rupr.	(Kihada)	S	56	56	.	.	38	.	.	.

(continue)

(Continue from Table 8-1a.)

Plot No.	A10	A12	A 6	A15	A14	014	015	K	2
<i>Symplocos chinensis</i> Dr. var. <i>leucocarpa</i>									
Ohwi forma <i>pilosa</i> Ohwi (Sawahutagi)S	•	69	•	•	•	•	•	•	•
H	78	57	•	54	•	•	•	•	•
<i>Vaccinium hirtum</i> Thunb. (Usunoki)H	•	•	63	•	•	•	•	•	•
<i>V. smalli</i> A. Gray (Oobasunoki)H	•	53	•	•	•	•	•	•	•
<i>Vitis coignetiae</i> Pulliat (Yamabudou)S	63	•	•	•	•	42	•	•	•
<i>Plectranthus kameba</i> Ohwi var.									
<i>hakusanensis</i> Ohwi (Hakusankamebasou)S	•	•	•	25	•	•	•	•	•
H	•	•	•	68	•	•	100	•	•
<i>Magnolia obovata</i> Thunb. (Hoonoki)S	•	•	•	•	43	41	•	•	•
<i>Carex dolichostachya</i> Hayata var.									
<i>glaberrima</i> T. Koyama (Miyamakansuge)H	•	51	•	•	•	•	•	•	•
<i>Rhus trichocarpa</i> Miq. (Ymaurushi)H	•	•	64	•	•	•	•	•	•
<i>R. ambigua</i> Lavallo'e (Tsutaurushi)H	83	48	•	•	42	77	•	•	•
<i>Acer mono</i> Maxim. (Itayakaede)H	•	•	•	•	70	•	•	•	•
<i>A. rufinerva</i> Sieb. et Zucc.									
(Urihadakaede)H	•	•	•	•	•	•	•	•	65
<i>A. shirasawanum</i> Koidz.(Ooitayameigetsu)H	•	•	•	•	•	48	•	•	•
<i>A. micranthum</i> Sieb. et Zucc.									
(Kominekaede)S	•	•	50	•	•	•	•	•	54
<i>Matteuccia orientalis</i> Trev.(Inugansoku)H	50	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Schizophragma hydrangeoides</i>									
Sieb. et Zucc. (Iwagarami)H	•	•	•	•	•	•	22	•	•
<i>Larix kaempferi</i> Carr. (Karamatsu)S	45	•	•	•	•	•	•	•	•

(continue)

(Continue from Table 8-1a.)

Plot No.	A10	A12	A 6	A15	A14	014	015	K 2
<i>Tilia japonica</i> Simonkai (Shinanoki)S	.	.	.	.	.	.	63	.
<i>Streptopus streptopoides</i> Frye et Rigg var. <i>japonicus</i> Fassett (Takeshimaran)H	.	.	.	50	.	.	.	.
<i>Euonymus oxyphyllus</i> Miq. (Tsuribana)S	.	.	.	44	.	.	.	.
<i>E. macropterus</i> Rupr. (Hirohatsuribana)S	.	.	.	.	.	.	39	.
<i>Sambucus sieboldiana</i> Bl. (Niwatoko)H	56	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rubus peltatus</i> Maxim. (Hasunohaichigo)S	.	.	42	.	.	.	.	.
<i>Aucuba japonica</i> Thunb. var. <i>borealis</i> Miyabe et Kudo(Himeaoki)H	.	.	84	.	.	.	.	.
<i>Fagus crenata</i> Bl. (Buna)H	.	.	.	42	.	.	.	.
<i>Arachniodes standishii</i> Ohwi (Ryoumennshida)H	.	51	.	.	.	.	.	.
Standing crop of <i>Sasa palmata</i> (kg/m <sup>2</sup> )	2.5	3.2	1.9	0.7	2.1	1.0	1.5	0.4
Culm density(No./m <sup>2</sup> )	34	39	18	12	21	14	16	9
Standing crop of <i>Sasa kulirensis</i> (kg/m <sup>2</sup> )	.	.	300	.	.	.	.	.
Culm density(No./m <sup>2</sup> )	.	.	1	.	.	.	.	.

Notes) Five dominant species are selected by SDR index.

S(100-200 cm) and H(below 100 cm) indicate shrub and herb layers which are able to eat by cow, respectively.

SDR index, Summed dominance ratio(SDR<sub>3</sub>) are calculated from three growth parameters; Frequency, height and coverage of each plant in the sampling quadrat(1x1m<sup>2</sup>, 5 plots).

Table 8-1b. Floristic composition of five dominant species found  
in the Sasa-typed vegetation of forest-floor. (1976)

Plot No.	K 3 A 5 010 012 A11 A 1 K 1 A 3									
Vegetation type	C B B B C A B A									
No. of Species	19 13 15 12 12 11 19 8									
Species name	(Japanese)	Stratum								
<i>Sasa palmata</i> Nakai	(Chimakizasa)	S	80	71	88	93	90	100	82	100
		H	66	.	.	.	.	86	.	93
<i>S. kurilensis</i> Makino et Shibata	(Chishimazasa)	H	.	71	.	.	.	.	100	.
<i>Lindera umbellata</i> Thunb.										
var. <i>membranacea</i> Momiyama(Oobakuronji)		S	40	.	.	44	.	.	57	.
		H	.	.	.	.	.	58	.	.
<i>Ilex crenata</i> Thunb.	(Inutsuge)	S	.	.	.	32	.	.	.	.
		H	67	100	.	.	91	69	.	91
<i>I. sugerokii</i> Maxim.										
var. <i>brevipedunculata</i> S. Y. Hu	(Akamino inutsuge)	S	.	.	.	.	.	24	.	.
		H	.	.	.	.	.	44	.	62
<i>Skimmia japonica</i> Thunb. var. <i>intermedia</i>										
Koyama forma <i>repens</i> Hara(Tsurushikimi)		H	.	59	45	62	.	.	43	.
<i>Daphniphyllum macropodum</i> Miq.										
var. <i>humile</i> Rosenthal (Ezoyuzuriha)		H	.	74	.		48	.	40	.
<i>Hydrangea paniculata</i> Sieb. (Noriutsugi)		S	.	63	75	51	60	.	.	.
		H	.	.	48	.	.	.	33	.
<i>Aralia elata</i> Seemann	(Taranoki)	S	.	.	29	.	40	.	.	.

(continue)

(Continue from Table 8-1b.)

Plot No.	K	3	A	5	010	012	A11	A	1	K	1	A	3
<i>Arachniodes mutica</i> Ohwi (Shinobukaguma)H	.	.	48	29	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Viburnum fucatum</i> Bl. (Ookamenoki)H	.	.	.	75	.	52	.	.	.	.	.	.	.
<i>V. wrightii</i> Miq. (Miyamagamadzumi)S	21	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Symplocos chinensis</i> Druce v. <i>eucocarpa</i> Ohwi forma <i>pillosa</i> Ohwi (Sawahutagi)S	.	.	.	100	59	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vaccinium smallii</i> A. Gray													
var. <i>glabrum</i> Koidzumi (Sunoki)H	81	42	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	54
<i>V. hirtum</i> Thunb. (Usunoki)H	.	.	78	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>V. smallii</i> A. Gray (Oobasunoki)H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	56
<i>Vitis coignetiae</i> Pulliat (Yamabudou)S	.	.	.	.	41	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex dolichostachya</i> Hayata var. <i>glaberrima</i> T. Koyama (Miyamakannsuge)H	.	.	.	73	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rhus trichocarpa</i> Miq. (Ymaurushi)S	.	42	43	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>R. ambigua</i> Lavalleye (Tsutaurushi)H	.	.	46	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Acer micranthum</i> Sieb. et Zucc. (Kominakaede)S	.	28	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Larix kaempferi</i> Carr. (Karamatsu)H	.	.	.	.	56	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fraxinus lanuginosa</i> Koidzu. (Aodamo)H	.	.	.	.	26	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lindera obtusiloba</i> Bl. (Dankoubai)S	72	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lycopodium clavatum</i> L. (Hikagenokadzura)H	50	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quercus mongolica</i> Fischer													
var. <i>grosseserrata</i> Miq. (Midzunara)S	51	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Alnus hirsuta</i> Turcz.													
var. <i>sibirica</i> C.K.Schn. (Yamahannoki)H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	33	.	.	.

(continue)

(Continue from Table 8-1b.)

Plot No.	K 3 A 5 010 012 A11 A 1 K 1 A 3
<i>Clethra barbinervis</i> Sieb. et Zucc. (Ryoubu)H	64 . . . . .
Standing crop of <i>Sasa palmata</i> (kg/m <sup>2</sup> )	0.4 0.4 2.0 1.1 1.4 3.2 0.8 2.1
Culm density(No./m <sup>2</sup> )	9 17 33 32 11 94 22 107
Standing crop of <i>Sasa kulirensis</i> (kg/m <sup>2</sup> )	. 290 . . . . 170 .
Culm density(No./m <sup>2</sup> )	. 19 . . . . 8 .

Note) See to Table 8-1a.

次に、禁牧区である0-9地点におけるササの生産構造の季節的变化を Fig. 8-2に示した。これは 0-9地点の調査区に隣接する場所から、7月上旬、8月下旬および10月上旬に採集した材料の測定結果に基づいている。採集場所におけるササの稈密度は31本/m<sup>2</sup>で、後述する林床型ササBに相当する標準的な生産構造とみてよい。

図にみるように、ササの葉重は季節と共に増加する。これを稈当りに換算すると、7,8,10月には、それぞれ23.0, 27.9および34.4gとなる。これはササ類の葉の特性に基づくもので、前年展開葉(旧葉)の一部が当年春から秋にかけて徐々に枯死脱落し、秋季になると当年葉(新葉)の展開も終了することによる。

稈重は 8月に最小値を示している。これは新稈の枯死倒伏が梅雨明け後に始まり夏季に最大となることと、旧稈の枝が枯死脱落することによる。これに対し、生存する新稈の急速な生長、旧稈の主稈および枝から分岐した当年枝とそれに展開する新葉の生長によって、秋季には地上部現存量が最大となる。しかし、夏季以降に葉が枯死脱落するため、着葉比はこれより前の 8月に最大値を示している。

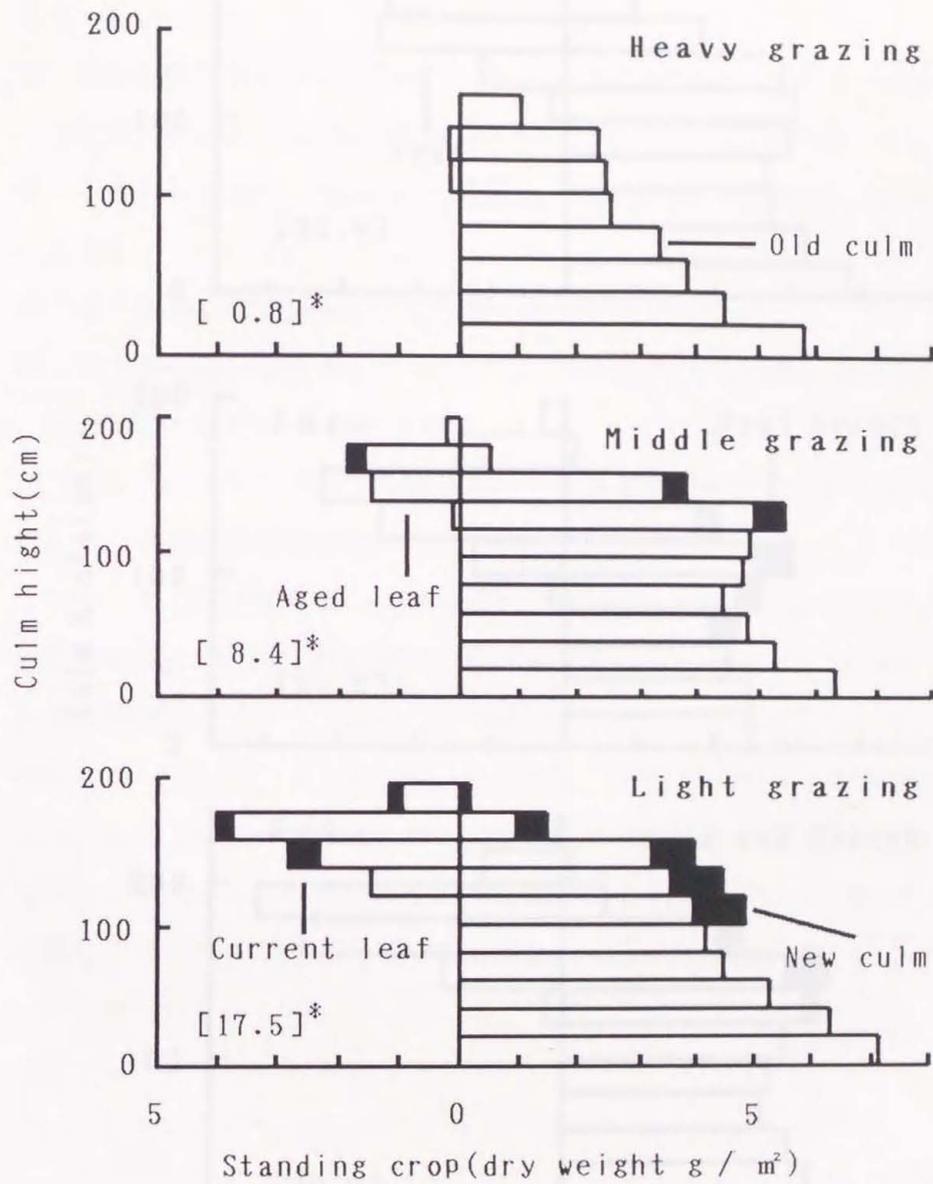


Fig. 8-1. Influence of grazing pressure on the productive structure of *Sasa palmata* community.  
 \* Number in "[ ]" stands for the leaf weight per culm weight(%).

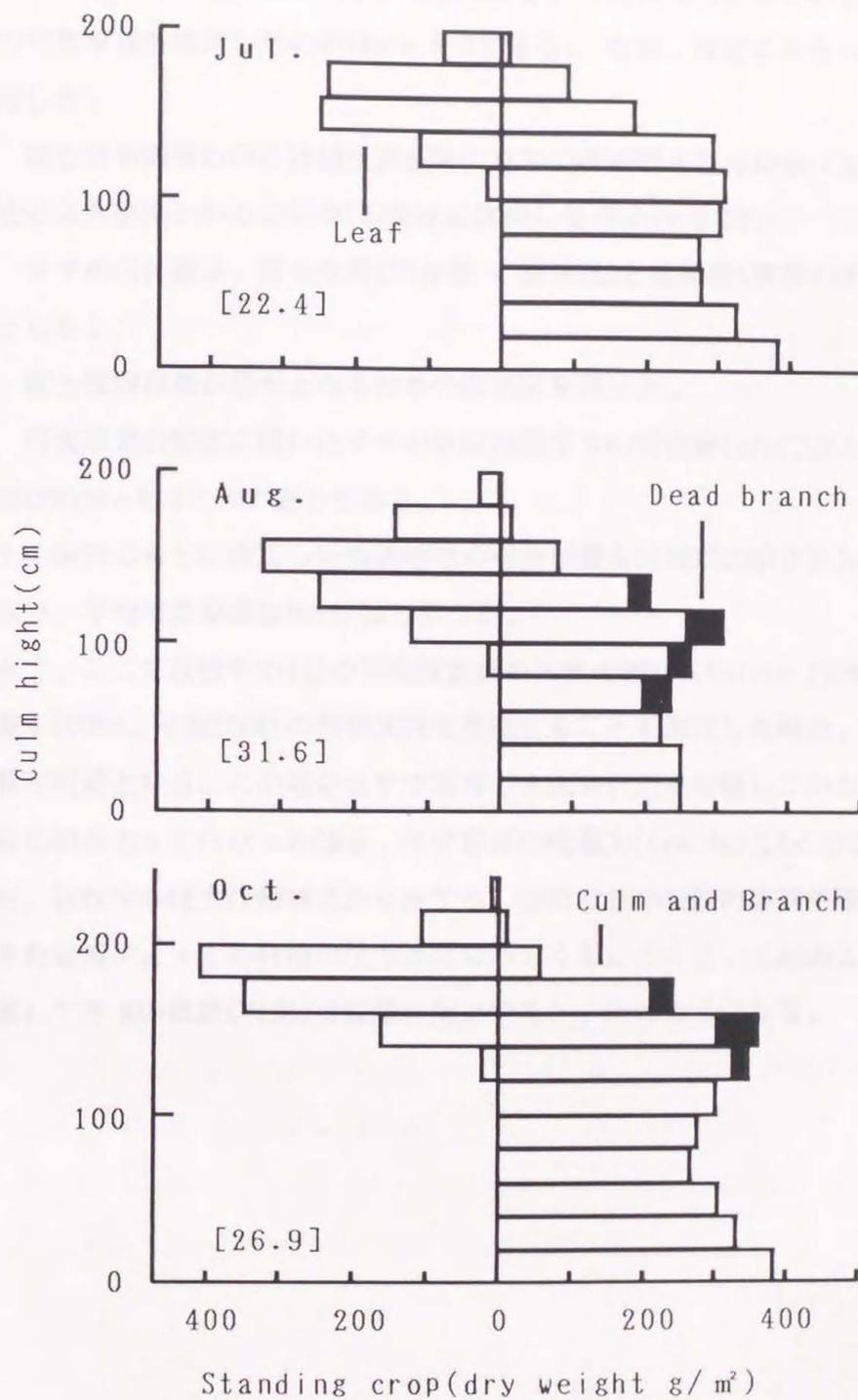


Fig. 8-2. Seasonal change in the productive structure of *Sasa Palmata* community. Number in "[ ]" stands for the leaf weight per culm weight(%).

以上の基礎資料ならびに本調査地域に林間放牧されている肉用牛(黒毛和種)における野生植物の喫食程度の観察例を参考にし、Table 8-1に基づいてササの優占度別の可食草量を推定したのがTable 8-2である。なお、推定にあたって次の条件を設定した。

- ① 植生分布面積の中には植生調査時に立木の株面積を含めなかったため、胸高直径と立木密度とから補正率(%)を求め算出した(Table 8-3)。
- ② ササの可食量は、葉の全量(現存量 × 着葉比)と葉鞘量(葉重の20%)との合計値とした。
- ③ 地上部現存量が最大となる秋季の測定値を用いた。
- ④ 可食草量の推定に用いたササの単位面積当りの可食量( $g/m^2$ )およびその算出基礎はTable 8-4に示す通りである。

以上の条件のもとに推定した当該地域の可食草量を区域別に示すとTable 8-3のようになり、平均可食草量は8.9t/haであった。

さて、ここで放牧牛の1日の平均採食量を体重の約10%(Voisin 1959)、1頭の平均体重を400kg、年間150日の夏期放牧を実施することを想定した場合、約1.5頭/haの飼養が可能となる。この場合はササ群落の永続的利用を考慮していないが、実際に放牧を繰り返して行なった場合、ササ群落の牧養力(Cow day)はこれ以下となる。また、放牧牛の採食行動様式からみても、傾斜などの地形的条件や現存する植生の質または量によっても利用の仕方が異なってくる。そこで、上述のような留意点を考慮してササの供給(利用)可能量を推定すると、次のようになる。

Table 8-2. Leaf and leaf sheath weight in the Sasa community with different vegetation types, and estimated data of the possible herbage-intake values.

Sample No. <sup>1)</sup>	Vegetation (L/T)		Standing crop(fresh weight g/m <sup>2</sup> )			
	type <sup>2)</sup>	% <sup>3)</sup>	Total	Leaf	Leaf sheath	Herbage intake <sup>4)</sup>
A-1,3	A	35.0	2,640	922.7	184.5	1,107.2
A-5,10,11,12,0-10,12	B	31.3	1,870	584.4	116.9	701.3
A-6,14,15,0-14,15	C	32.5	1,480	481.6	96.3	577.9
K-1	B	34.5	920	317.0	63.4	380.4
K-2,3	C	34.5	380	131.0	26.2	157.2

Notes) 1) shown in Table 8-1a.

2) Culm density of Sasa, A: 50 culms/m<sup>2</sup> over, B: 30-50 culms/m<sup>2</sup>, C: below 30 culms/m<sup>2</sup>.

3) L/T(%) = (Leaf weight / Standing crop) x 100

4) Herbage intake = Leaf + Leaf sheath

Table 8-3. The values for herbage intake of Sasa type stand in the forest floor vegetation

Sample No. <sup>1)</sup>	Vegetation type <sup>2)</sup>	Sampling area (ha)	Corrective ratio (%) <sup>3)</sup>	Habitat area of Sasa (ha) <sup>4)</sup>	Standing crops	
					Average (t/ha)	Total (t)
0- 1	A	0.6	71.5	0.43	11.8	5.074
0- 2	B	23.4	71.5	16.73	8.4	140.532
0- 4	B	12.1	88.0	10.65	8.4	89.460
0- 6	B	13.4	95.0	12.73	8.4	106.932
0- 9	C	2.1	81.0	1.70	9.7	16.490
0-10	A	36.7	88.0	32.30	11.8	381.140
0-11	B	53.3	88.0	46.90	8.4	393.960
0-12	A	12.0	95.0	11.40	11.8	134.520
0-13	B	46.2	95.0	43.90	8.4	368.760
0-14	A	8.8	97.0	8.54	11.8	100.772
0-15	B	5.1	97.0	5.05	8.4	42.420
0-16	A	17.6	99.0	17.42	11.8	205.556
K- 1	C	47.9	71.5	34.25	1.6	54.800
K- 2	B	26.4	95.0	25.08	3.8	95.304
Total		305.6		267.08	124.5	2,135.720
Mean		-		-	8.9	152.551

Notes) 1) Shown in Table 8-1a.

2) Shown in Table 8-2.

3) Corrective ratio of distribution area of Sasa for the forage in sampling area.

4) Habitat area of Sasa = Sampling area x Corrective ratio.

### 3-2 供給(利用)可能量の推定

3-1でササの可食草量について示したが、実際に放牧利用に供するには、面積利用率も考慮しなければならない。面積利用率には多くの要因が関与し、その決定は容易ではない。また、用い得る既往の資料も十分とはいえない状態であり、今後さらに資料の積み重ねが必要である。ここでは一応、影響力が最も大きい要因と考えられる土地の傾斜度をとりあげ検討した。放牧牛群の採食行動の観察結果に基づいて、緩(傾斜度 $15^{\circ}$ 以下)、中(傾斜度 $16\sim 25^{\circ}$ )、急(傾斜度 $26^{\circ}$ 以上)に区分し、面積利用率を、それぞれ90.0%、70.0%、30.0%とした。

この基準に基づき、調査地域の傾斜分級図を作製し、これから、さきの植生型区分をさらに緩・中・急の3段階に分割した。Table 8-4が、これらの傾斜度別の利用率に基づくササの飼料供給(利用)可能量を示したものである。

これから、先に示した放牧牛の1日の採食量を体重(平均400kg)の10%(40kg)とし、年間150日(濃飛地域における平均的放牧日数)の放牧に供するものと仮定して単位面積(ha)当りの飼養頭数を算出すると以下ようになる。

緩傾斜地においてはA型で1.8頭、B型で1.0頭、C型で0.3頭、中傾斜地においてはA型で1.4頭、B型で1.0頭、C型で0.2頭、そして、急傾斜地においてはA型で0.6頭、B型で0.4頭、C型で0.1頭となる。つまり条件の良い場所ではha当り約2頭の飼養が可能となるのに対して、急傾斜地では1頭飼養するのに10haを要することになる。

Table 8-4. The weight of possible herbage-intake by vegetation type and land inclination grade.

Slope grade <sup>1)</sup>	Sampling area				Possibility for herbage-intake			
	Vegetation type <sup>2)</sup>	Plot No. <sup>3)</sup>	Size (ha)	Crop (t)	Possibility ratio(%)	Herbage intake		
						Total(T)	Average(t/ha)	
Gentle	A	0-10	11.0	129.8	90	116.8		
		0-12	8.3	97.9	90	88.1		
		0-14	2.5	29.5	90	26.6		
		0-16	3.4	40.1	90	36.1	10.619	
	B	0- 2	1.1	9.2	90	8.3		
		0- 4	1.3	10.9	90	9.8		
		0- 6	3.7	31.1	90	28.0		
		0-11	2.1	17.6	90	15.8		
		0-13	4.8	40.3	90	36.3		
		0-15	0.5	4.2	90	3.8		
		K- 2	9.5	36.1	90	32.5	5.848	
	C	0- 9	0.2	2.0	90	1.8		
		K- 1	8.9	14.2	90	12.8	1.604	
	Middle	A	0- 1	0.4	5.1	70	3.6	
			0-10	13.4	158.1	70	110.7	
0-12			1.9	22.4	70	15.7		
0-14			3.7	43.7	70	30.6		
0-16			5.2	61.4	70	43.0	8.276	
B		0- 2	9.1	76.4	70	53.8		
		0- 4	6.2	52.1	70	36.5		
		0- 6	3.0	25.2	70	17.6		

(Continue)

(Continue from Table 8-4.)

Middle	B	0-11	29.7	249.5	70	174.7	
		0-13	15.2	127.7	70	89.4	
		0-15	0.4	3.4	70	2.4	
		K- 2	7.9	30.0	70	21.0	5.530
	C	K- 1	12.7	20.3	70	14.2	1.118
Steep	A	0-10	7.9	93.2	30	28.1	
		0-12	1.2	14.2	30	4.3	
		0-14	2.3	29.1	30	8.1	
		0-16	8.8	103.8	30	31.1	3.545
	B	0- 2	6.5	54.6	30	16.4	
		0- 4	3.2	26.9	30	8.1	
		0- 6	6.0	50.4	30	15.1	
		0-11	15.1	126.8	30	38.0	
		0-13	23.8	199.9	30	60.0	
		0-15	0.1	34.4	30	10.3	
		K- 2	7.7	29.3	30	8.8	2.511
	C	0- 9	1.5	14.6	30	4.4	
		K- 1	12.6	20.2	30	6.1	0.745

Notes) 1) Slope grade were divided into the three classes by inclination.

Gentle: below 15° , Middle: 15-25° , Steep: 25° over.

2) Shown in Table 8-2.

3) Shown in Table 8-1a.

Total herbage-intake(T) is "crop(t)" x "possibility ratio(%)"

一般的にササ草地に放牧する場合、ha当り1頭の放牧頭数が目安とされているが、今回の調査資料から試算すると0.76頭となる。また、放牧牛はササ以外にノリウツギ・ネジキ・ニワトコ・ハリギリ・ヤマブドウその他の低木類の葉や、ミヤマカンズゲ・オトコエシ・ヒメジョオン・ウドその他の草本類をも良く採食している。したがって、これらをも併せてみるなら、本調査地域においてササ型林床の永続的利用を想定した場合、ha当り1頭の飼養が可能であろう。

しかしながら、放牧牛群の採食行動は多様であり、ササ草地全体を均一に採食することはなく、いずれの林間放牧地においても、終牧後の植生には不均一性が生じており、給塩場・水飲み場・増し飼い施設・立て場等の周辺域はもとより、緩傾斜地でも裸地化が著しく、土壌浸食の原因になっている。つまり、放牧牛は行動容易である緩傾斜地で集中的に採食を行い、順次急峻地へと採食域を広げていくことによる。したがって、場所による採食状態が大きく異なるため、採食後のササの回復期間にも差が生じてくる。そこで、次に放牧利用に供された跡地のササ群落の回復状況をみることにする。

### 3-3 放牧利用後のササの回復

ササ類を飼料資源として永続的かつ安定的に利用していくためには、放牧利用後のササの回復(再生)状況を明らかにしなければならない。もちろんこれには、地形・気候や放牧圧の程度、放牧時期およびササの種類など多くの要因が関与するが、現在まで、その解析はまだ十分に行われてはいない。ここでは、岐阜県飛騨地域の小坂町滝上牧場(海拔1000-1200m)のカラマツ植林地の林床(クマイザサが優占)において、1968年6月から150日間和牛を昼夜放牧した後、6年間休牧した時のササの回復状況の記録(岩田ら 1974)を基に考察する。この追跡調査によれば、放牧開始時に密生していたクマイザサも76頭/48ha、150日の強度放牧によって、終牧時には裸地状になり、休牧1年目には一年生植物中心の耕地雑草群落的植生が形成されたことが報告されている。

Table 8-5は、上記の既報の資料より、特にクマイザサについての回復状況を算出したものである。表にみるように、強度に放牧利用された場合のクマイザサの回復は遅々としており、休牧4年目にしてようやく50%程度の回復を示している。

Table 8-5. Vegetational recovery of *Sasa senanensis* community in five-month after heavy grazing treatment.

Survey period	Vegetation height(cm)	Vegetation Cover(%)	Frequency (%)	SDR <sub>3</sub> (%)	Revegetation percentage(%)
Oct. 1968	110.7	80.0	100	96.9	100.0
Oct. 1969	12.5	0.6	30	14.4	14.9
Aug. 1970	38.0	8.3	80	42.1	43.8
Oct. 1972	45.0	29.8	100	58.3	60.2
Jul. 1974	88.9	40.6	100	76.5	78.9

Notes) SDR<sub>3</sub> of *Sasa senanensis* is culculated by frequency, height and coverage. Revegetation percentage is based on SDR<sub>3</sub> in 1968. Culculated data of frequency, height and coverage referred to the report of IWATA et al. in 1974.

表に示したように6か年間の休牧期間においても積算優占度(SDR<sub>3</sub>)が放牧開始前の80%程度にしか回復しない。これに対し、同牧場でも軽度放牧では1か年の休牧で90%弱の回復がみられるとの観察がある。このことは、軽度放牧に模してクマイザサの葉身だけを除去した後の回復状況を調査した際、翌年には約70%の回復を見ていることから理解できる。つまりササの利用に当たっては、林床が裸地化するような強度の放牧はすべきではなく、稈の上部になお多少の緑葉が残るような利用方法をとるなら、休牧期間3-4年でほぼ元の状態にまで回復するものと推察される。

近年、草地の動態に関する調査研究が進められる中で、クマイザサを含む各種のササ型草地におけるササ類の再生を論ずる研究も多くなってきた。このうち名田ら(1988)は北海道のクマイザサ草地において、2か年休牧しただけで、現存量が放牧時の1.8~2.0に増加したことや葉の大きさ(この場合は葉身長×葉身幅)が1.3~7.0倍に増加した例を報告している。

一方、須山ら(1988)は岩手県のクマイザサ草地で和牛を放牧(49.3 Cow・Day)した場合、稈長が短くなることと新葉の着葉量が多くなることを観察している。この資料から単位面積当りのクマイザサの地上部現存量の推移を検討したところ、クマイザサは完全に回復しないものの、全稈重量に対する葉重量が20.2%から30.8%に増加していることが明らかになった。さらに、上記の割合が無放牧地で34.3%であったことからみて、わずか1年の休牧でも89.8%の回復率をみたことになる。ちなみに対照区のクマイザサの現存量は、乾物重で1316.5g/m<sup>2</sup>で、葉重は336.4g/m<sup>2</sup>とされていた。ただし、これは稈当りの着葉比を表すものであって、群落における現存量そのものの回復を示すのではない。

つまり、クマイザサは群落が攪乱されても比較的短期間のうちに稈個体としての物質生産維持体制を整える機能を有すると共に、放牧利用にも耐え得るだけの再生力を持っている有用野草資源であることを示唆している。

#### 第4節 摘 要

ササ草地を放牧利用したとき、ササの回復状況、利用率の推定および家畜による放牧耐性等について、実際に放牧利用されている混牧林を用いて検討した。強度に喫食され、ほとんど緑葉をとどめず稈の上端部の葉鞘(葉量の約20%)までも喫食されると、クマイザサは再生が困難になり裸地化した。これはササについての可食限界であったことから、軽度の放牧に模してクマイザサの葉身だけを除去した後の回復状況を調査したところ、翌年には約70%まで回復した。そこで、ササ群落の永続的利用を配慮した利用可能量を試算した結果、生重で10t/haの可食部分(地上部現存量の30~50%)が見込まれる場合、2.0~2.6t/haの利用が可能となることが明らかになった。したがって、平均体重約400kgの黒毛和種の成牛の場合、2頭・150日・年の放牧が可能となることが示唆された。

## 第9章 総合考察

ササ属植物の多くは、森林更新時の地床管理を困難にする反面、有用野草資源として古くから民間で利用されてきた。チシマザサの芯葉や筍は食用として、チマキザサは防腐効果を期待して飴や団子の包として、チシマザサおよびスズタケは行李の材料としてそれぞれ用いられた。また、チマキザサは屋根葺き用にも採取されていた。さらに、ミヤコザサ・チマキザサおよびクマイザサの葉は、水田の緑肥や家畜の粗飼料源として重要な役割をはたしてきた。今日では、農業・林業および畜産経営の複合化が指向される中で、家畜飼養の省力化を目的とした夏山冬里方式による放牧が検討されている。特に、中部日本の山地に広く分布するクマイザサは、山地傾斜地を畜産に利用する場合の粗飼料源として、またバイオマス変換計画の中で未利用資源として注目されている(名田ら 1988, 須山ら 1988)種であるが、ミヤコザサ・スズタケ・チマキザサおよびチシマザサと比較して、その生態的特性には解明されていない部分が多い。

第2章においてクマイザサに関するこれまでの研究を概観したが、特に、分布環境・栄養繁殖における地下茎の役割・地上茎(稈)の萌出と葉の展開様式ならびに動態・稈や葉の地上部構成器官の現存量と生育地の環境との対応関係・自然群落での稈の配置や消長の特徴等に関する研究が欠落していることが明らかになった。本論文は、クマイザサの利活用の可能性を検討するために、クマイザサ自然群落における上記の生態的特性を解明しようとするものである。

クマイザサを含むササ属植物は、北海道より九州にかけて分布し、山地の樹林下や風衝地に優占する。そして、チシマザサおよびチマキザサは日本海型ブナ林のブナ-チシマザサ群団を、スズタケおよびミヤコザサは太平洋型ブナ林のブナ-スズタケ群団を、それぞれ指標する種であることが薄井(1958)および宮脇ら(1964)によって報告されているが、クマイザサの場合は両ブナ林に共通して出現する。

中部日本のクマイザサは、山地帯から亜高山帯にかけて生育する(西條 1989)。第3章で述べたように、富山・岐阜・愛知三県内の国有林に自生するササ属植物数種について、植被率・稈密度・稈長・稈の地際直径・地下茎の深さ、さらに、生育地の海拔高度・斜面方位・積雪量等を現地調査した結果、クマイザサは主として岐阜県北部の飛騨山地より愛知県北部の海拔1000~1500 m, 最大積雪深が0.7~2 mの

地域に分布することが明らかになった。そして、ミヤコザサが海拔1000 m以下の、スズタケが1400 m以下の太平洋型気候域に分布するのに対して、チマキザサは1500 m以下の、チシマザサは2400 m以下の日本海型気候域に分布する。また、チシマザサ・ミヤコザサおよびスズタケの分布が最大積雪深に規制されていることがSUZUKI (1961)および薄井(1961)が報告しているが、クマイザサの生育も積雪深に制限されていることが明らかになった。ミヤコザサは最大積雪深0.5m以下に、スズタケは1.6m以下に分布するのに対して、チシマザサは1.5m以上に、チマキザサは2.0m以上に分布する。したがって、中部日本のクマイザサは、上記のササ植物のうち最も広く分布することと、両気候型の境界域に生育する分布特性を持つ種であることが判明した。

相観的に一様に見えるクマイザサ群落であっても、植分(Bestand)間では群落構造が異なる。この相違は稈密度に顕著に現れ(10~230本/m<sup>2</sup>)、人工林と天然林の間では、前者が110.7本/m<sup>2</sup>、後者が89.1本/m<sup>2</sup>と天然林で稈密度が有意に低かった(p=0.05)。また、生育地が北斜面では85.6本/m<sup>2</sup>、南斜面では108.1本/m<sup>2</sup>と後者で有意に高密度(p=0.05)であったが、南斜面には人工林が多く分布していた。また、稈長は0.3~3.0 m(平均1.3m)と生育場所で差がみられたが、稈密度の場合とは逆に天然林で長くなっていた。吉田(1950)、横山(1973)、岩元(1977)および原ら(1980)が、刈り払いによって稈密度が増加する傾向を認めていることと、人工林内で高密度であったことから、森林撫育のための林床植生の刈り払いの程度が、稈密度および稈長に影響していると理解される。これに対して、稈の地際直径の場合はチシマザサ(SAIJOHら 1977)ほど刈り払いの影響は受けず、地下茎の深さと共に地形ないしは土壌条件を反映している(Table 3-1)と推察される。

そこで、さらにクマイザサの生育特性を、生育地の積雪深、個体群の植被率・稈密度・稈長・稈径・地下茎の深さ等における相互関係から検討した結果、人工林林床では、主稈長が長いほど地際直径も太くなる傾向( $r=0.6348$ ,  $p<0.01$ )が認められた。一方、林床植生の刈り払いなどの人為干渉を受けない天然林では、地際直径が太いほど地下茎も深くなる傾向( $r=0.6919$ ,  $p<0.01$ )が認められた(Table 3-2)。

このような分布および生育特性を持つクマイザサは、第4章で明らかにしたように、地下茎より稈(地上茎)を萌出させ、その年に稈の伸長および葉の展開を終了させる。そして翌年には、主稈の節に着生する側芽から新しい枝を分枝させ、枝に葉

を展開させる。このようにして、分枝を毎年繰り返し分枝次数を増加させ稈自体を維持すると共に、新しい地下茎も伸長させ、生育領域を拡大して群落を形成する。

ササ類の地下茎の伸長様式は、種によって、仮軸分枝型(Sympodial branching type)と単軸分枝型(Monopodial branching type)とに区別でき、クマイザサは後者に属す種とされている(鈴木 1978)。しかし第4章で述べたように、地下茎を掘り取って分枝茎の位置・節間の配列および節間長を測定し検討した結果、クマイザサは両分枝型を合わせ持つ中間型(Intermediate branching type)の種であることが明らかになった(Fig. 4-1, Fig. 4-5)。また、クマイザサの地下茎の年間伸長量は、その年の気候条件や地下茎が蓄積した栄養条件等の相違によって異なると考えられるが、節間の配列とその長短には周期性(Fig. 4-3)があり、同一年に伸長したと考えられる複数の分枝茎の節数(Fig. 4-1)からも、クマイザサ地下茎の分枝様式が中間型と認められた。

このように考えると、クマイザサは実生として発生した後、5~6年間は仮軸型の分枝を繰り返すが、それ以降になると単軸型の分枝も行うようになる。仮軸分枝によって分岐した地下茎先端部の多くは稈として地上空間に立ち上がり、地上空間を充実させるのに対して、単軸分枝によって分岐した地下茎は地下空間を長く伸長し、生活領域を拡大させる役割を担っていることになる。また、クマイザサ地下茎の全体的伸長は、樋口(1981)が稈の節間長の変化を明らかにしたのと同様に、各節間の伸長の積み重ねにある。伸長度合と節数が年間の伸長量に関与していること、1年に伸長する節数は仮軸分枝茎で14~28節、単軸分枝茎で49節前後と推定され、毎年の伸長開始時および終了時の節間長は短く、中間では長くなっていること、さらに節間長の長短には一連の周期性が認められ日平均気温の高低の推移と比較的よく対応している傾向が認められた。

一方、種子を発芽させた後、圃場に定植し10年経過した地下茎を掘り取って調査した結果、稈(地上茎)の萌出は当年伸長中の新しい地下茎にみられず、伸長翌年より地下茎に着生する側芽より萌出することが明らかになった(松村・西條ら 1988)。また、伸長後3年以上経た地下茎の場合は、年齢の新旧にかかわらず節によって稈を萌出させる年次にずれがあり、どの地下茎も異齢の稈群を持っている(Fig. 4-6)ことから、このような稈の萌出機構は群落維持のための危険分散手段になっていると考えられる。

第4章ではクマイザサ地下茎の伸長様式を述べると共に、地下茎は新旧を問わず、異齢の稈(地上茎)を萌出させることを明らかにした。つまり、ある年に伸長した地下茎は、翌年より数年にわたって稈を萌出させることで、群落を維持させるに足る栄養供給源を確保していることになる。したがって、地上空間に占める稈の配置、すなわち稈の齢構成やその分布形態は、群落の消長に深く関与していると考えられる。一様にみえるクマイザサ群落であっても、稈の配置その他の構造には著しい相違があり、稈密度や稈の齢構成および分布様式等に種々の違いが見受けられる。そこで、第5章ではクマイザサ群落の維持に係る稈(地上茎)の分布様式を、稈の齢構成と分散構造から検討した。

クマイザサ群落における稈の年齢別分布図に基づいて、MORISITA(1959)の  $I \delta$  指数で稈の分散構造を調査した結果、稈は集中型の分布様式を持つと共に、集中斑のサイズは稈齢の増加に伴って拡大することが明らかになった(Table 5-4)。これは、群落内で稈が部分的に集中して枯死するのではなく、ランダムに枯死しているためである。また、全生存稈の集中斑サイズが稈齢毎のそれよりも小さいのは、既に萌出した稈によって形成されている2年生稈や3年生以上稈の集中斑内にも新稈の萌出をみるため、特定の箇所が集中することになる。ただし、自然条件下での集中斑サイズの変化は、必ずしも同一のクローンに由来していることを示すものではない(Fig. 4-4)。しかしクマイザサ群落としては、前述したように、地下茎において新旧に関わらず異齢の稈を萌出させ危険分散しているのと同様に、地上では同一クローンの稈のみならず複数のクローンの稈が成立することで地上空間を有効利用しているものと考えられる。

一方、林内と林外では集中型の稈の分散様式を持つが、集中斑サイズは異なっており、相対的に後者の集中斑が小さく、より集約的に生活空間を利用していることを示唆している。さらに、立ち枯れ状の枯死稈を含む全稈の集中斑サイズと各稈齢のそれとを比較した結果(Fig. 5-1, Fig. 5-2)、クマイザサ群落は、各稈齢毎の集中斑の集合体として全稈の集中斑が配置することで、成り立っていることが明らかになった。このような分散構造は、チシマザサ群落(内藤 1966, 西條 1980)、チマキザサ群落(内藤ら 1966)およびスズタケ群落(汰木ら 1977)に共通しており、ササ群落の維持には新稈の萌出と枯死によるその後の生存状態が深く関与していることが示唆された。

第4章でクマイザサ群落の発達には地下空間における地下茎の伸長が関与していることを指摘すると共に、第5章では稈の齡構成と分散構造も関係することを明らかにした。ところで、群落の拡大と衰退、つまり消長には地下茎の伸長と稈の萌出はもとより、群落の維持という点においては新稈の萌出とその後の推移、さらには葉の展開と枯死等が重要な役割を果たしていると考えられる。そこで、第6章ではマーキング法を用いて、地上に萌出した稈の生存状態ならびに着葉数の推移から稈および葉の最大生存年限を推定すると共に、原子吸光法で葉に含まれる2,3ミネラルの養分現存量を測定した。そして加齢に伴う稈密度・着葉数および養分現存量の変化から、クマイザサ群落の乾物生産に寄与する稈および葉の役割を明らかにした。

群落の維持および拡大には、群落としての乾物生産を増加させる必要があり、このためには、新稈の萌出数とその後の生存率を高めなければならない。クマイザサの新稈の萌出は梅雨末期までに終了するが、このうちの約半数は萌出年の9月下旬までに枯死していく。萌出稈数は年によって異なるが、各年とも新稈の生存率は55%前後であり(Table 6-2)、萌出後の稈の枯死率も稈の加齢に伴って変化する(Table 6-3)ものの枯死率は年によって大差なかった。したがって、群落の維持には稈の萌出数そのものが、直接的に関係しており、稈の萌出数を増加させることで、群落の拡大に必要な生産力を増加させていることが示唆された。さらには、生存稈の齡構成も乾物生産に重要な意味を持っていることが明らかになった。すなわち、養分現存量の推移および稈と葉の年齢からみて(Table 6-5)、クマイザサ群落の乾物生産には2年生稈の2年生葉が寄与していると考えられる。なお、稈の最大生存年限は約13~14年、葉のそれは約4年であることが推定された。そして、稈密度および着葉数の推移から、平均寿命はそれぞれ4~5年および約2年と推定された。なお、クマイザサの葉の老化は、ケイ素およびカルシウムの蓄積量に現れ、かつ葉の加齢に伴う灰分量の増加傾向と比較的良く対応することから(Fig. 6-4)、単位葉面積当りの灰分重変化からも判断できることが明らかになった。

クマイザサの乾物生産に直接的に関与する葉量は、稈の新旧や季節(岩元 1977)だけでなく、群落の発達程度や生育地の環境条件(西條 1990)、さらには刈り取り(吉田 1950, 横山 1962)や放牧(神長 1980, 柴田ら 1981)等の人為干渉の程度によっても異なってくる。自然条件下の安定した群落では、大型のササほど稈当たりの地上部現存量が高くなる傾向がみられる(OSHIMA 1961 a,b, 石井ら 1979)が、地上

部現存量に対する葉重の割合は一定でない。そこで第7章では、クマイザサ群落において乾物生産を直接支配する稈と葉の関係を、生育地との関連で検討した。

人為干渉のない安定したクマイザサ群落において、地上部現存量を林外と林内とで比較した結果、林外の無立木地の方が大きく、葉や稈および枝の各器官でも同様であることが明らかになった(Table 7-1)。また、クマイザサの地上部現存量は、低密度のうちには稈密度に依存的であるが、稈数の増加と共に依存的でなくなる傾向が認められた(Fig. 7-1a)。稈長との関係では、稈長が高くなるほど地上部現存量が増加する傾向が認められ、したがって、クマイザサの群落高の増加が可能なだけの地上空間が確保される場合において、地上部現存量の増加(Fig. 7-1b)も見込まれることが示唆された。これは、林外での群落容積の増加に対する地上部現存量の増加傾向が、より明確であった(Fig. 7-1c)ことによって理由づけられる。

地上部現存量に対する葉重量の割合は、林外の18%に対して林内では29%と約1.6倍大きく、調査地間による変動幅も小さかった。また、稈重と葉重との関係では、稈および枝の重量が増加しても、葉重は一定以上に増加せず(Fig. 7-1d)、群落には独自の限界葉量が存在するものと推察される。したがって、クマイザサ群落における単位面積当りの葉重には森林の内外で大差がないことから、林内では葉への分配率を高め、同化部分を大きくする形の生産構造を保っていることが示唆された。

以上、中部日本に広く分布するクマイザサを、粗飼料として活用可能な野草資源と捉え、その生態特性を群落構造面から明らかにしてきた。ササ草地を放牧利用しようとする場合、ササ類の再生力を損なわない範囲で利用しなければならない。そこで第8章では、ササ草地を放牧利用したときのササの回復状況、利用率推定、放牧耐性等について混牧林を用いて検討し、ササ型林床植生の放牧利用方法について考察した。

強度に喫食され、ほとんど緑葉をとどめず稈の上端部(葉鞘群、葉量の約20%)までも失うと、草地は裸地化し再生が困難になる。しかし、軽度放牧に模してクマイザサの葉身だけを除去した後の回復状況を調査した際、翌年には約70%の回復を見ていることから可食部分としての葉の残し方次第では継続利用が可能となる。したがって、ササ草地の永続的利用を考えると、放牧利用後のササの回復力を考慮し、ササの再生が見込まれる程度の放牧圧を維持する必要がある。このためには、ある程度の葉を残した形で休牧させなければならない。また、休牧期間は3年以上とる

のが望ましく(Table 8-5), 可食草量として8.9t/haのクマイザサの供給量が見込まれる本調査地域では,

$$8.9 \text{ t} \times 1/4 \times 80 \% = 1.78 \text{ t/ha}$$

が安全に利用しうる草量となる。そこで, 年間約150日の放牧期間を期待し, 放牧牛の平均体重を約400kg(黒毛和種の成牛), 採食量を1Cow day当り40kg(舎飼い牛の日採食量が体重の8-10%であり, 放牧牛では舎飼い牛の日採食量を若干上回るので, これを越える分についてはササ以外を利用すると仮定する)とすると, ここでの牧養力は44.5 Cowday/haとなる。したがって, ha当り44.5日/頭, 約3.5ha/頭が150日の放牧に要することになる。

一方, 永続的利用に若干の疑問が残るが, 1年間放牧し2年間休牧する輪換方式をとるなら,

$$8.9 \text{ t} \times 1/3 \times 80 \% = 2.37 \text{ t/ha}$$

が利用可能となる。ただしこの場合は休牧期間が短縮されるので, ササの回復を促すために採食率を下げる必要がある。そこで, 仮に40%の葉を残して利用する場合,

$$8.9 \text{ t} \times 1/3 \times 60 \% = 1.78 \text{ t/ha}$$

となって, 1年間放牧し3年間休牧する場合と同様になり, 草地全体の回転率は高くなる。放牧圧が強くなるほど林床植生の利用率が高まるが, 林木への被害も増加する(林試牧野研 1962, 1968, 1973)。

林木への被害は幼齡林での放牧時に発生し, 採食, 踏みつけ, 身体のごすりつけが原因となる。このうち採食による害は畜種や樹種で異なるが, 嗜好性の高い落葉広葉樹に多い。踏みつけの害は樹高50~100cmの林木に頻繁に発生する。これは, 樹高が高くなり家畜の視界に入るようになると林木を避けて行動するようになることと50cm以下の稚樹では踏まれても早期に回復することによる。一方, 身体のごすりつけによる主幹や枝の折損は, 樹高が2~3 mの林木に多い。このように, 放牧強度が強いほど, また嗜好性の高い植物が多いほど, 放牧による被害が大きくなる。

一方, 林間放牧において林業側が期待するのは, 下刈り作業の代行, 天然更新の促進および放牧家畜の排拙物による林地の肥培効果である。下刈りの省力効果は, 林床植生がササ等の好食されるタイプであれば80%以上になるが, 低木類が主体の場合には40%にまで低下する(林野庁 1979)。天然更新の促進効果には萌芽更新と天然下種更新とがあり, 前者では多数萌芽した枝を家畜の採食によって適度に整理し

ようとするもので広葉樹を主対象とし、後者では採食によってリターの堆積を防ぐと共に蹄耕法で種子の発芽を促進させようとするものである。特に、東北地方のブナ林やアカマツ林では、林間放牧による天然更新の事例が知られる(横山 1962, 井上 1975)。

ササ類の地上部現存量は生重では10~30t/ha, 乾物重では 5~20t/haであり, 生育場所やチシマザサ等の大型ササ類からネザサ等の小型ササ類までの種自体の大きさによって異なる。また, ササ類の可食部は地上部の30~50%であるため, 利用可能量は生重で5~15t/haとなる。これに対して, シバでは生重で平均10t/haの地上部現存量があり, ほぼ100%が利用可能である。一方, ススキの場合は地上部現存量が生重で8~10t/haであり, シバと同様にほぼ100%が利用可能である。

このうち, シバおよびススキは牧養力が高いが庇陰に弱いため, 壮齢林内では生育が困難になる。これに対して, ササ類の場合は庇陰に強いこと, 家畜の嗜好性が高いことおよび林床植物として分布域が最も広いこと等から, 本調査地域のクマイザサは, 実際には適正な採食のさせ方など難しい点も多いが, 放牧利用にも耐え得るだけの再生力を持っている有用野草資源であると言えよう。

## 総 合 摘 要

本研究は、ササ類の利活用の可能性を見きわめる目的で、粗飼料資源として古くから民間利用の対象となってきたクマイザサについて、自然群落における生態的特性を、分布環境・地下茎伸長様式・地上茎(稈)の萌出と葉の展開様式ならびに動態・稈および葉の地上部構成器官の現存量と生育地の環境との対応関係・稈の分散構造と稈の消長から総合的に検討したものである。

本研究を要約すると以下のとおりである。

### 1. 中部日本におけるクマイザサを中心とするササ属数種の分布

中部日本におけるチシマザサ・クマイザサ・チマキザサ・ミヤコザサおよびスズタケは、チシマザサおよびチマキザサが日本海型気候域に、ミヤコザサおよびスズタケが太平洋型気候域に、クマイザサが両気候型の境界域にそれぞれ分布することが明らかになった(Fig. 3-5)。これを海拔高度で見ると、ミヤコザサは1,000m以下に、スズタケは1,400m以下に、チマキザサは1,500m以下に、クマイザサは2,000m以下に、そしてチシマザサは2,400m以下にそれぞれ分布しており、最大積雪深が各種の分布域を規制していることが示唆された。

そこで分布域を最大積雪深で見ると、ミヤコザサは0.5m以下に、スズタケは1.6m以下に分布するのに対して、チシマザサは1.5m以上に、チマキザサは2.0m以上に分布し、0.7~2.0 mに分布域を持つクマイザサは、上記のササ植物に比べて最も広い分布域を有する種であることが判明した。

積雪深がこれらの種の分布域を規制している一方で、積雪深が大きいほど主稈長はむしろ短くなる傾向が見いだされた。このことは、積雪深がササの生育状態まで支配するものではないことを示唆している。事実、稈密度・稈長・地際での主稈径および地下茎の深さ等は、種によって若干異なるものの、むしろ、植生の刈り払い等の人為作用や斜面方位によって大きく影響されることが明らかになった。

### 2. クマイザサ群落における地下茎の伸長と稈の萌出

クマイザサ地下茎の拡大様式を、地下茎の伸長とそれに関わる節間長の周期性から検討した。その結果、地下茎は実生として発生した後の5~6年間は仮軸型の分枝

を繰り返す、それ以降に単軸型の分枝を開始した(Fig. 4-1)ことから、仮軸分枝と単軸分枝を合わせ持つ種であることが明らかになった。

仮軸分枝によって分岐した地下茎の頂芽の大部分は稈として地上に立ち上がり地上空間を充実させるのに対して、単軸分枝によって分岐した地下茎は地下空間を長く伸長し、生活領域の拡大に寄与していた(Fig. 4-5)。また、地下茎の総伸長量は各節間の伸長量の積算値であり、節稈の伸長度合と節数が年間の伸長量に関与していることが明らかになった。1年に伸長する節数は、仮軸分枝茎で14~28節、単軸分枝茎で49節前後であり、節間長は伸長開始時および終了時に短く、中間で長かった。さらに、節間長の長短には一連の周期性が認められ、日平均気温の高低の推移とよく対応していた(Fig. 4-3)。

一方、稈(地上茎)の萌出は当年伸長中の新しい地下茎にはみられず、伸長翌年より地下茎に着生する側芽より萌出した。さらに、伸長後3年以上経た地下茎の場合は、年齢の新旧にかかわらず節によって稈を萌出させる年次にずれがあり、どの地下茎も異齢の稈群を持っていた(Fig. 4-6)。これは、群落維持のための危険分散機構であると考えられる。

### 3. クマイザサ群落における稈の年齢構成と分散構造

クマイザサ群落の稈の分散構造は、集中型の分布様式であり、集中斑サイズが稈齢の増加と共に拡大することが明らかになった(Table 5-4)。これは、群落内で稈の枯死がランダムに発生することによっていた。集中斑サイズを稈齢毎にみたとき、全生存稈のサイズが最小であったのは、既に萌出した稈によって形成されている2年生稈や3年生以上の稈の集中斑内にも新稈が萌出することに起因していた。

稈の分散様式は集中型であるが、集中斑サイズは林内と林外とで異なり、相対的に後者で小さく、より集約的に生活空間を利用していることが明らかになった。さらに、立ち枯れ状の枯死稈を含む全稈の集中斑サイズと各稈齢のそれとを比較した結果(Fig. 5-1, Fig. 5-2)、クマイザサ群落は、各稈齢毎の集中斑の集合体として全稈の集中斑が構成されている事実が明確になった。このことは、群落の拡大と衰退、つまり群落の消長に地下茎の伸長と稈の萌出が深く関与していること、および群落の維持という点において新稈の萌出とその後の推移、さらには葉の展開と枯死が重要な役割を果たしていることを示している。

#### 4. クマイザサ群落の拡大と衰退

新稈の萌出は梅雨末期までに終了し、萌出稈の約半数は9月下旬までに枯死した。萌出稈数は年によって異なったが、各年とも生存率は55%前後であり(Table 6-2)、萌出後の稈の枯死率は稈の加齢に伴って変化した(Table 6-3)。群落の維持には萌出稈数が直接的に関係し、萌出数を増加させることで、群落の拡大に必要な生産力を維持していると推察された。葉の養分現存量の推移と稈および葉の年齢とから、クマイザサ群落の乾物生産には2年生稈の2年生葉が大きく寄与していることが示唆された(Table 6-5)。さらに、稈の最大生存年限は約13~14年、葉のそれは約4年であり、平均寿命はそれぞれ、約4~5年および約2年と推定された。なお、クマイザサの葉の老化程度はケイ素およびカルシウムの蓄積量と関係し、かつ灰分量と比較的良く対応していた(Fig. 6-4)。

#### 5. クマイザサの地上部現存量とその関連形質

乾物生産を直接支配する稈と葉の関係について、地上部現存量から検討した。林外と林内とで、安定したクマイザサ群落を比較した結果、地上部現存量は林外で大きく、葉や稈および枝の各器官重も同様であることが明らかになった(Table 7-1)。

クマイザサの地上部現存量は、林内では低密度のうちは稈密度に依存的であったが、稈数の増加と共に稈密度に依存的でなくなった。これに対して、林外では稈密度に依存しないことが明らかになった(Fig. 7-1a)。さらに、稈長が高くなるほど地上部現存量が増加する傾向が認められた(Fig. 7-1b)。しかし、土地面積当たりのクマイザサの総体積(群落容積)が増加しても、地上部現存量は一定以上増加しない傾向が林内で認められた(Fig. 7-1c)。この事実は、林内での地上部現存量を決定する要因として、稈密度および稈長よりもむしろ稈の太さおよび葉量がより強く関与していることを示唆している。

一方、地上部現存量に対する葉重量の割合は、林外の18%に対して林内では29%と約1.6倍大きく、植分間の変動幅も小さかった。また、稈重と葉重との関係では、稈および枝の重量が増加しても、葉重は一定以上に増加せず(Fig. 7-1d)、群落独自の限界葉量の存在が確認された。以上から、クマイザサ群落の場合、単位土地面積当たりの葉重は森林の内外で大差がないことから、林内では葉への分配率を高め、同化部分を大きくする形で群落を維持していることが明らかになった。

## 6. ササ型林床植生の放牧利用とその取り扱い

ササ草地を放牧利用しようとする場合、ササ類の再生力を損なわない範囲で利用しなければならない。そこで、ササ草地を放牧利用したときのササの回復状況、利用率推定、放牧耐性等について混牧林を用いて検討し、ササ型林床植生の放牧利用方法について考察した。

強度に喫食され、ほとんど緑葉をとどめず稈の上端部の芯葉(葉量の約20%)までも失うような強放牧の場合、草地は裸地化し再生が困難になった。しかし、軽度の放牧に模してクマイザサの葉身だけを除去した後の回復状況を調査したところ、翌年には約70%まで回復した。そこで、これらの資料を基にササ群落の永続的利用を配慮した利用可能量を試算した結果、生重で10t/haの可食部分(地上部現存量の30~50%)が見込まれる場合、2.0~2.6t/haの利用が可能となり、平均体重約400kgの黒毛和種の成牛が2頭・150日・年放牧可能となることが明らかになった。

そこで、これまでの結果に基づいて、クマイザサ群落の放牧利用について検討したところ以下の点が示唆された。クマイザサの永続利用を期待するとき、1年放牧した後3年間休牧する林間放牧方式を採用することが望ましく、さらに、改良草地を併用することで牧養力の増加が可能になる。特に人工林の場合は、林床植生の刈り払いおよび新植時の地拵えを代行させる効果のある立木伐採前年の放牧、そして、植栽木の樹高が約2mを越えた後、林冠が閉鎖するまでの10~15年間は、上記の牧養力で林地との共用が可能になる。

以上、中部日本に広く分布するクマイザサを、粗飼料として活用可能な野草資源と捉え、その生態的特性を群落構造面から明らかにしてきた。その結果、クマイザサは、シバおよびススキと比較して牧養力が劣るものの、庇陰に強いこと、家畜の嗜好性が高いことおよび林床植物として分布域が最も広いこと等から、林間放牧にも耐え得るだけの再生力を持っている有用野草資源であることが明らかになった。

## 引用文献

- 1). 縣 和一・窪田文武・三田村強(1977): 浅間山南麓におけるミヤコザサ群落の現存量, 草地生態 16, 32-38.
- 2). 縣 和一・土屋幹夫・岡 三徳(1978): 背振山におけるミヤコザサ群落の現存量, 草地生態 17, 15-20.
- 3). 縣 和一・窪田文武・鎌田悦男(1979)数種在来イネ科野草の生態特性と乾物生産(I), ミヤコザサ群落の生育環, 日草誌 25(2), 103-109.
- 4). 縣 和一・窪田文武・鎌田悦男(1979): 数種在来イネ科野草の生態特性と乾物生産(II), 刈り取りの時期および回数がミヤコザサ群落の乾物生産に及ぼす影響, 日草誌 25(2), 110-116.
- 5). CHANG, Nam, K. and J. YOSHIDA(1973): Studies on the Gross Metabolism in a *Sasa paniculata* Type Grassland, I. The theoretical analysis applied to the estimation of the gross assimilation, J. Japan. Grassl. Sci. 19(1), 107-134.
- 6). CHANG, Nam, K. and J. YOSHIDA(1973): Studies on the Gross Metabolism in a *Sasa paniculata* Type Grassland, III. The decay system of the litter, J. Japan. Grassl. Sci. 19(4), 341-357.
- 7). 福山伍郎・川瀬 清・里中清一(1955a): ササの水分, 容積重及び繊維長, 北大演報 17, 271-293.
- 8). 福山伍郎・川瀬 清・里中清一(1955b): ササの化学的組成, 北大演報 17, 295-320.
- 9). GREIG-SMITH P.(1961): Data on pattern within plant communities. I., The analysis of pattern. J. Ecol. 49, 695-708.
- 10). 羽淵福之助(1941): 飼料笹, 58pp., 北海道牧野協会, 札幌.
- 11). 函館営林局(1974): 函館営林局管内のササの分布について, 59pp., 函館営林局, 函館.
- 12). 古本 忠(1957): ササ地の土壌性について, 日林講 67, 98-102.
- 13). 原 光好・仙石鐵也(1980): 御岳山におけるシナノザサの現存量と再生量, 林試木曾年報(1980年度) 4-5.

- 14). 長谷川孝三(1934): 笹の薬剤枯殺に就いて(予報), 日林誌 16, 470-480.
- 15). 長谷川孝三(1937): 笹の薬剤枯殺, 特に創製粉末剤に就いて,  
帝室林試報 3(3), 27-37.
- 16). 畑中静雄(1969): 塩素酸系除草剤の下刈作業における除草効果と葉害防止に  
ついて, 長野営林局研究集 31-37.
- 17). 畑中静雄(1970): 塩素酸系除草剤の地拵作業における除草効果と作業改善に  
ついて, 長野営林局研究集 115-128.
- 18). 樋口国雄(1981): ササ, タケの節間長, 節間中央直径の変化,  
日林誌 63, 379-382.
- 19). 平吉 功・岩田悦行・松村正幸・安藤辰夫(1968): 混牧林地の生態学的研究,  
(I)放牧がササの生育に及ぼす影響, 岐阜大農研報 26, 182-194.
- 20). 平吉 功・岩田悦行・松村正幸(1969a): 混牧林地の生態学的研究,  
(II)冬放牧林地におけるササについて, 日草誌 15, 42-52.
- 21). 平吉 功・岩田悦行・松村正幸(1969b): 混牧林地の生態学的研究,  
(III)5ヶ月間の夏放牧に共用されたササ型草地の植生変化,  
日草誌 15, 155-162.
- 22). 北海道営林局(1981): 北海道営林局直轄管内におけるササの分布とその特徴,  
59pp. 分布図 3葉, 北海道営林局, 札幌.
- 23). 北海道林務部(1955): 北海道民有林ササ分布状況調査報告書 17pp., 付図  
(北海道民有林ササ分布状況図), 北海道, 札幌.
- 24). 井上楊一郎(1975): ササ地の放牧, 北方林業 27, 275-260.
- 25). 石井 弘・片桐成夫・三宅 登(1979): 文部省科研報告総合 A  
(石川達芳編著) 17-24. 岐阜大農.
- 26). 岩元守男(1977): ササ草地の生態と取扱に関する研究(I),  
クマイザサ草地の重量構成の季節変化, 日草誌 23(別号), 7-8.
- 27). 岩元守男(1977): ササ草地の生態と取扱に関する研究(II),  
休牧によるクマイザサの回復, 日草誌 23(別号), 11-12.
- 28). 岩元守男(1978): ササ草地の生態と取扱に関する研究(V),  
クマイザサ群落内の稈年齢構成, 日草誌 24(別号), 315-316.
- 29). 岩田悦行(1971): ササと放牧, 草地生態 12, 31-36.

- 30). 岩田悦行・松村正幸(1971):混牧林地におけるササの生産性に関する研究  
(予報),昭和45年度岐阜県委託研究報告 1-13. 岐阜大農,岐阜
- 31). 岩田悦行・松村正幸(1972):岐阜県におけるササ型草地の生態と放牧利用,  
昭和46年度岐阜県委託研究報告,17-43. 岐阜大農,岐阜.
- 32). 岩田悦行・松村正幸(1974):混牧林地の生態学的研究(V),放牧利用された  
ササ型草地の休閑6年間における植生の回復状況,  
富士竹園報 19,10-27.
- 33). 神長毎夫(1979):クマイザサ地の放牧とアカマツ天然更新,  
青森営林局研究集 21-31.
- 34). 神長毎夫(1980):肉用牛の放牧がクマイザサの生育,再生に及ぼす影響,  
林試東北支場たより 221,1-4.
- 35). 苅住 昇(1969):ササ類の地下部の構造,富士竹園報 14,27-40.
- 36). 片桐成夫・石井 弘・三宅 登(1982):ササ群落の現存量及び養分量に関す  
る研究,日生態誌 32,527-534.
- 37). 河原輝彦(1979):ササ群落に関する研究(V),チマキザサ純群落の養分量,  
日林誌 61(10),357-361.
- 38). 河村 立(1987):肉用牛による林床ササの放牧利用について,  
東北大川渡農場報告 3,91-95.
- 39). 北村四郎・村田 源(1979):原色日本植物図鑑,木本編II,545pp.,  
保育社,大阪.
- 40). 牧野富太郎(1901):竹亜科の新属,Sasa について,植物学雑誌 15,26-27.
- 41). 松井善喜(1941):ササ地の取扱について,北海道林試時報 34,1-20.
- 42). 松井善喜(1960):クマイザサ地帯の緬羊放牧試験,  
林試北海道年報 103-114.
- 43). 松村正幸・岩田悦行・中島仁蔵(1974):混牧林地の生態学的研究(IV),  
放牧利用ササ型草地の利用程度及び利用区域の推移に関する実地調査,  
岐阜大農研報 36,379-387.
- 44). 松村正幸・中島仁蔵(1981):有用野草の播種増殖に関する基礎的研究(VII),  
クマイザサの種子繁殖に関連した2・3の観察,  
岐阜大農研報 45,289-297.

- 45). 松村正幸・伊藤恭子・西條好迪(1988):有用野草の播種増殖に関する基礎的研究(X),クマイザサの実生10年植物に次いで2・3の観察,岐阜大農研報 53, 413-423.
- 46). 宮脇 昭・村瀬信義(1964):丹沢山塊の植生,丹沢・大山学術調査報告書, 54-162. 神奈川県,横浜.
- 47). MORISITA, M.(1959):Measuring of the Dispersion of Individuals and Analysis of the Distributional Patterns, Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ., Scr. E(Biol.). 2(4), 215-235.
- 48). 内藤俊彦・飯泉 茂(1966):ササのI $\delta$ 指数について,草地生態 7, 42-45.
- 49). 内藤俊彦・飯泉 茂(1968):チマキザサの着葉数,落葉数の変動について,草地生態 9, 23-28.
- 50). 内藤俊彦(1985):チシマザサ,植物の一生 89-118. 研成社,東京.
- 51). NAKAI, T.(1934):Novitates Bambusaceaerum in Imperio Japonico recentissime detectae(I), Journ. Jap. Bot. 97, 457-581.
- 52). NAKAI, T. (1935):Novitates Bambusaceaerum in Imperio Japonico recentissime detectae(V), Journ. Jap. Bot. 106, 369-377.
- 53). 中井猛之進(1935):日本本部の竹と笹(其九), 植物研究雑誌 109, 599-622.
- 54). NAKAI, T.(1936):Novitates Bambusaceaerum in Imperio Japonico recentissime detectae(VII), Journ. Jap. Bot. 116, 221-228.
- 55). 名田陽一・佐藤康夫・高橋俊・檜山忠・宮下昭光・平島利昭(1988):クマイザサ型草地の動態,草地試資料 62(13), 77-79.
- 56). 沼田 真(1961):生態遷移における問題点, 特に二次遷移と遷移診断について,生物科学 13, 146-152.
- 57). 沼田 真(1964):生態学野外観察法II,草地植生調査法, 千葉大臨海研報 6, 115-139.
- 58). 沼田 真(1965):ササ型草地の生態学的研究,草地生態 6, 4-15.
- 59). 小川 澄(1977):ササ草地の生態と取扱に関する研究(II), 当年生クマイザサの生長の推移,日草誌 23(別号), 9-10.

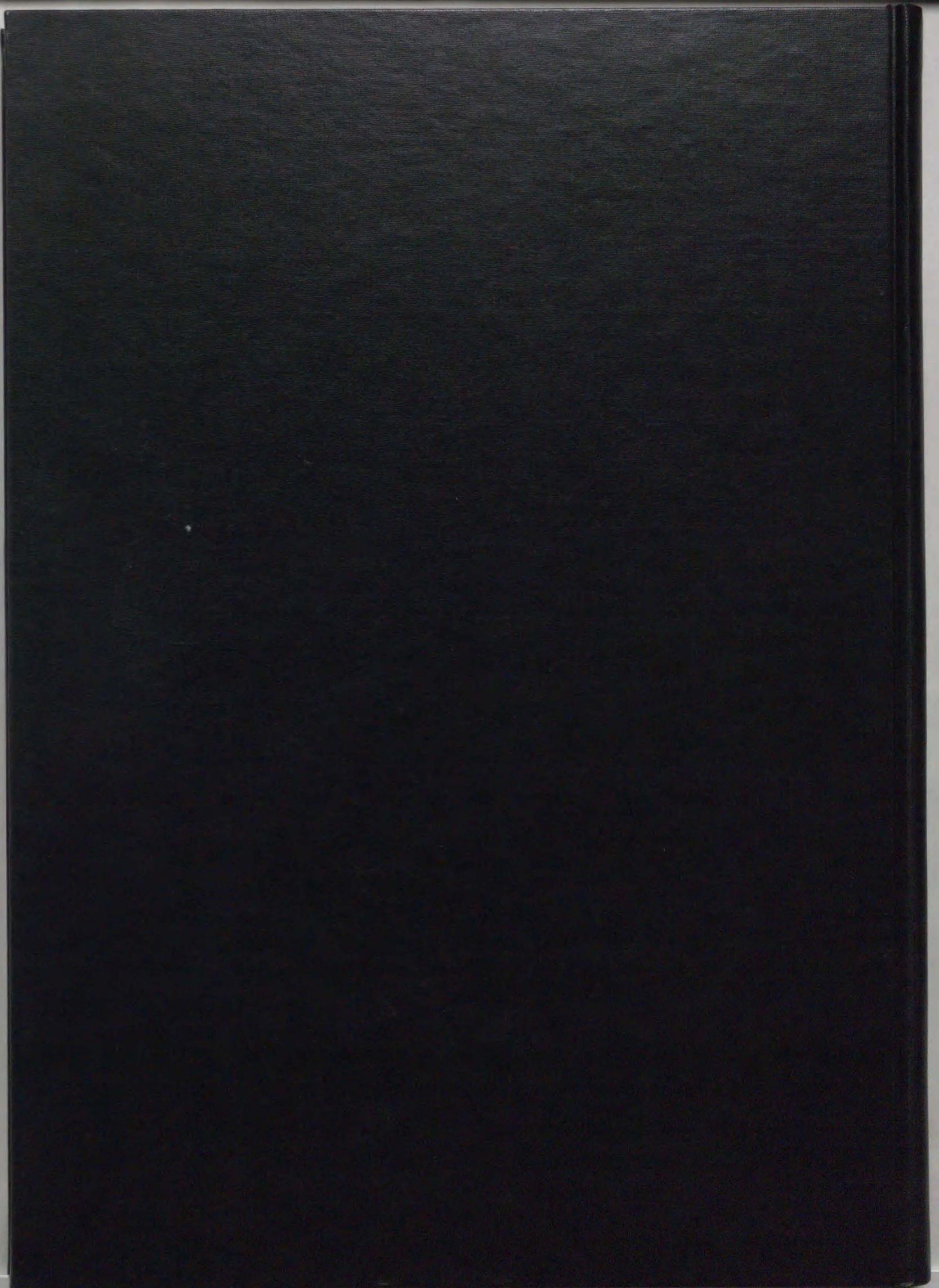
- 60). 小川 澄(1979):クマイザサ地の放牧による牧草地への転換,  
林試東北年報 97-103.
- 61). 大原久友(1948):北海道産ササ類の家畜栄養学的研究,  
北海道農試報 42, 1-203.
- 62). 大原久友(1956):北方野草の飼料的価値,北方林業 8, 282-297.
- 63). 大井次三郎(1978):日本植物誌, 顕花編 1584pp. 至文堂, 東京.
- 64). OSHIMA, Y.(1961 a):Ecological studies of Sasa communities (I),  
Productive structure of some of the Sasa communities in Japan,  
Bot. Mag., Tokyo, 74, 199-210.
- 65). OSHIMA, Y.(1961 b):Ecological studies of Sasa communities (II),  
Seasonal variations of productive structure and annual net  
production in Sasa communities, Bot.Mag., Tokyo, 74, 280-290.
- 66). 小沢八門(1966):夕張山地における土壌A層の厚さとクマイザサ稈長との  
関係, 日林講 77, 460-462.
- 67). PENFOUND, W. and J. A. HOWARD(1940): A phytosociological analysis  
on evergreen oak forest in the vicinity of New Orleans,  
La. Amer. Midl. Nat., 23, 165-174.
- 68). 林業試験場経営部農林牧野研(1962):混牧林経営に関する基礎的研究(1),  
東北地方における広葉樹天然林の役肉牛放牧について,  
林試研報 139, 1-82.
- 69). 林業試験場経営部農林牧野研(1968):混牧林経営に関する基礎的研究(2),  
北海道地方における広葉樹天然林の役肉牛放牧について,  
林試研報 148, 1-49.
- 70). 林業試験場経営部農林牧野研(1973):混牧林経営に関する基礎的研究(5),  
東北地方における針葉樹人工林の役肉牛放牧について,  
林試研報 212, 1-58.
- 71). 林野庁業務課(1979):肉用牛生産育成実験事業成績報告書, 198pp.,

- 72). SAIJOH, Y. and T. ISHIKAWA(1977): Ecological studies for vegetation management on the stand dominated by *Sasa*.(1). Productive structure and the amount of litter., Res. Bull. Fac. Agr. 40, 251-259.
- 73). 西條好迪・松村正幸(1977): 農林畜産的利用等促進調査報告書 (大日山麓地区), 166-204, 東海農政局, 名古屋.
- 74). 西條好迪(1980): チシマザサ群落の分散構造について, 日林論 91, 335-338.
- 75). 西條好迪・石川達芳(1980): ネザサ群落の構造と温度分布, 日林中支講 80, 131-136.
- 76). 西條好迪・峰村晃・鈴木達史(1987): 飼料資源としてのササ型林床植生ならびにクマイザサの生態的特性, 山村地域における潜在農林資源の活用に関する研究(松村正幸編著, 昭和61年度文部省科研報告) 53-69, 岐阜大学, 岐阜.
- 77). 西條好迪(1989): ササ生地の植生管理に関する生態学的研究, 2. 中部日本におけるササ属数種の分布, 岐阜大農研報 54, 251-264.
- 78). 西條好迪(1990): 林内および林外におけるクマイザサの地上部現存量とその関連形質, 日草誌 35, 358-362.
- 79). SASAKI, Y.(1964): Phytosociological studies on beech forests of Southwestern Honshu, Jap. Journ. Sci. Hiroshima Univ., Ser. Biol. Div., 2(Bot.) 10, 1-55.
- 80). SASAKI, Y.(1970): Versuch Zur Systematischen und Geographischen Gliederung der Japanischen Buchenwaldgesellschaften, Vegetatio 20, 214-249.
- 81). 柴田弥生・馬場強逸・毛利勝四郎(1980): クマイザサ群落における7年間の稈と葉の推移, 日林論 91, 339-340.
- 82). 柴田弥生・馬場強逸・毛利勝四郎(1981): 放牧の強さがクマイザサの生育に及ぼす影響, 日林北支講 29, 77-79.
- 83). 杉本順一(1960): 日本及びその周辺区域の竹笹類の分布について, 富士竹園報 5, 41-51.

- 84). 須山哲男・太田顕・及川棟雄・村里正八・三田村強(1988):放牧によるクマイザサ群落と植生構造の変化, 草地試資料 62(13), 80-84.
- 85). SUZUKI, S.(1961):Ecology of the Bambusaceous genera Sasa and Sasamorpha in Kanto and Tohoku districts of Japan, with special reference to their geographical distribution, Ecol. Rev. 15, 131-147.
- 86). SUZUKI, S.(1964):Taxonomical studies on the Bambusaceous Genus Sasa Makino et Shibata(I), Jap.Journ. Bot. 18, 289-307.
- 87). SUZUKI, S.(1965):Taxonomical studies on the Bambusaceous Genus Sasa Makino et Shibata(II), Jap. Journ. Bot. 19, 99-125.
- 88). SUZUKI, S.(1967):Taxonomical studies on the Bambusaceous Genus Sasa Makino et Shibata(III), Jap.Journ.Bot. 19, 419-457.
- 89). 鈴木貞雄(1978):日本タケ科植物総目録, 384PP., 学習研究社, 東京.
- 90). 鈴木時夫・鈴木和子(1971):日本海指数と瀬戸内指数, 日生態誌 20, 252-255.
- 91). 高橋栄治(1930):ねまがりだけの炭水化物, 特にリグニン及びヘミセルロース構成糖類に就いて, 札幌農林会報 97, 334-344.
- 92). 高橋英一(1985):いかものぐいの植物たちのはなし, 遺伝 39(6), 24-28.
- 93). 高橋延清(1952):林内放牧によるクマイザサ撲滅経過報告, 東大演習報 9, 7-16.
- 94). 高橋延清(1969):省力造林法の技術開発(1), クマイザサ地における薬剤散布による人工造林法, 日林北支講 16, 68-71.
- 95). 高野慎一(1962):刈払機による地拵工程(予報), 日林北支講 10, 63-67.
- 96). 竹生修二(1971):ブル地拵地における造林成績と今後の問題点, 北方林業 23, 105-108.
- 97). 豊岡 洪(1969):林地除草剤の枯殺効果に関する研究(I), クマイザサの生態的差異と塩素酸ソーダの効果, 林試北海道年報 143-153.
- 98). 豊岡 洪(1974):林地除草剤の枯殺効果に関する研究(III), クマイザサに対するテトラピオン剤の作用特性, 日林北支講 22, 57-61.

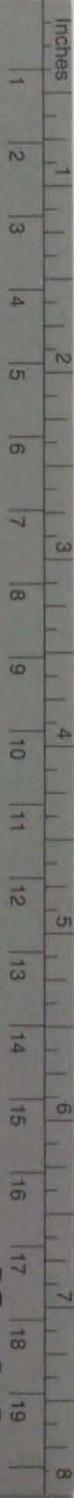
- 99). 豊岡 洪(1981):北海道におけるササ類の分布とその概況,  
北方林業 33, 143-146.
- 100). 豊岡 洪・佐藤 明・石塚森吉(1983):北海道ササ分布図 36pp.,  
付図 5葉, 林試北海道支場.
- 101). 戸田春光(1973):広島県のササ分布について, 日林関西支講 24, 136-138.
- 102). 上田弘一郎(1956):ササの生態とその利用,  
林業解説シリーズ 94, 29-30, 日林協, 東京.
- 103). 上田弘一郎・内村悦三(1958):ササの生理・生態に関する考察,  
京大演報 27, 112-129.
- 104). UEDA, K.(1960):Studies on the physiology of Bamboo with reference  
to practical application, Bull. Kyoto Univ. Forest (30)1-167.
- 105). 薄井 宏 (1958):太平洋・日本海気候域境界における森林植生,  
日林誌 40, 331-342.
- 106). 薄井 宏(1961):ササ型林床優占種の植物社会学的研究,  
宇都宮大農学報(特輯) 11, 1-35.
- 107). 内田繁太郎(1935):飼料としての笹の利用, 山林 631, 34-39.
- 108). 内田丈夫(1963):伐採跡地の土壤の理化学的变化, 層雲峡地区に優占するク  
マイザサ並びにエゾイチゴの2, 3の成分について,  
林試北海道年報 31-36.
- 109). 内村悦三(1973):のり面緑化保護工としてのササ類,  
全国竹の会分科会資料 19, 77-83.
- 110). VOISIN, A.(1959): Grass Productivity, 67-83, Crosby Cockwood & Son
- 111). WALTER, H.(1973):Vegetation of the Earth, 237pp.  
Springer-Verlag, New York
- 112). 山寺喜成(1977):植生工への分類と適用に関する考察,  
緑化工技術 4(2), 1.
- 113). YAMANE, I.(1971):Seasonal change of chemical composition in Sasa  
palmata, Rep. Inst. Tohoku Univ. 22, 37-66.
- 114). 山嶋喜一(1974):除草剤の合理的使用について, 林業と薬剤, 50, 8-12.

- 115). 汰木達郎・荒上和利・井上 晋(1977): スズタケの生態に関する研究,  
九州大演習林報 50, 83-122.
- 116). 汰木達郎・荒上和利(1984): スズタケの生態に関する研究(II),  
九州大演習林報 54, 105-123.
- 117). YURUKI, T. and K. ARAGAMI(1987): Ecological Studies of Suzutake  
(*Pseudosasa purpurascens*), Age Structure of Calm Population,  
Journ. Jap. Forest Soc. 69, 227-280.
- 118). 横山長蔵(1973): クマイザサ反復摘葉による葉と稈の推移,  
林試北海道年報 37-42.
- 119). 横山長蔵(1962): 林内クマイザサ地の放牧利用と地拵代行について,  
北方林業 14, 86-91.
- 120). 米沢保正(1955): 笹パルプ製造に関する研究, 林試研報 81, 95-120.
- 121). 吉田重治(1950): ササ草原の刈払時期の相違と植生の変遷との関係,  
東北大農研彙報 2, 187-218.



Inches

Centimetres



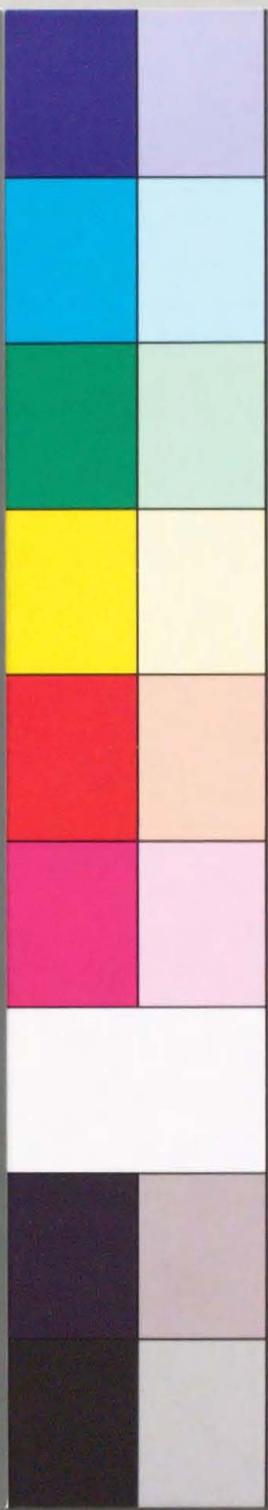
# KODAK Color Control Patches

© The Tiffen Company, 2000

## Kodak

LICENSED PRODUCT

Blue Cyan Green Yellow Red Magenta White 3/Color Black



# Kodak Gray Scale



© Kodak, 2007 TM: Kodak

A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19

