

シバ草地形成過程におけるワラビの消長と刈取の効果

高橋 佳孝*・堤道生*・小林 英和*・井上 雅仁**

Effects of Cutting Management on the Vegetation Changes in a *Zoysia-Pteridium*-type Pasture in Western Honshu, Japan.

Yoshitaka Takahashi, Michio Tsutsumi, Hidekazu Kobayashi and Masahito Inoue

Abstract

Infestation by *Pteridium aquilinum* (bracken) is a serious problem in pasture management in southwestern Japan, where clear cutting is the most common method to control *Pteridium* plants in pastures. We conducted field experiments to examine the effect of cutting frequency on vegetation change and *Pteridium* control in a *Zoysia-Pteridium* type pasture. In the absence of clear cutting or in the case of annual cutting (July), the *Pteridium*-dominant vegetation continued to grow and the succession of the *Zoysia*-type grassland was delayed because of the highly persistent self-renewal of the *Pteridium* stands. On the other hand in the pasture that had been clear-cut 3 times per year (May, July, and September), *Pteridium* stands tended to reduce rapidly, which contributed to a rapid shift toward the *Zoysia*-dominant vegetation. Thus, in the initial phase of the establishment of *Zoysia*-type pasture, intensive cutting treatment is required to achieve a rapid succession of the *Zoysia*-dominant stands. After the establishment of the *Zoysia*-type pasture, annual cutting of ungrazed woody plants such as *Rosa wichuraiana* should be an effective measure to maintain the *Zoysia*-dominant stand.

キーワード：刈払い、シバ型草地、植生、放牧、ワラビ

1. はじめに

西日本では寒地型牧草地の永続性がほとんど見込めない中で、シバ型草地は傾斜地でも放牧が可能な上、永続的に利用できる重要な草地の一つである（高橋ら, 2003; 早坂ら, 2005）。たとえば、島根県三瓶山では江戸時代から和牛の放牧が行われ、放牧牛が集まる山麓の水場近くには、長い年月にわたりシバ型草地が広がっていた（中国農業試験場畜産部, 1994）。また、里山の傾斜地や放棄水田にもシバを導入し、低コストで環境保全的な放牧畜産を実践する事例も増えている（上田, 2000; 吉田, 2007）。しかし、シバが侵入・定着した後に全面を被覆するまでの期間は、雑草や雜

かん木類の防除が欠かせない。とくにワラビは、シバの上層で葉を広げて光を遮断し（鳴田, 1962; 大谷ら, 2000）、シバの生長を阻害するだけでなく、放牧牛のワラビ中毒を誘発するなどの悪影響を及ぼすため、適切な防除が必要とされている（農林水産技術会議事務局, 1973; 竹之内ら, 1996）。

ワラビの防除としては、一般に除草剤散布や刈払いが行われている。除草剤の中ではアシュラム剤がワラビ防除に効果的であるとされ（行永, 1973; 梨木ら 1980; Lowday 1984），広く利用されているが、上田・小山（2007）は、アシュラム剤の散布がイノシシによる掘り起こしを助長することを報告している。とくに急傾斜地では、掘り起こされた土壤のエロージョンを誘発する上に、薬剤による河川などへの環境負荷も

* 近畿中国四国農業研究センター, 〒694-0013 島根県大田市川合町吉永 60

National Agricultural Research Center for Western Region, 60, Kawai-cho, Ohda, Shimane, 694-0013, Japan

** 島根県立三瓶自然館, 〒694-0003 島根県大田市三瓶町多根 1121-8

The Shimane Nature Museum of Mt. Sanbe (Sahimel), 1121-8, Tane, Sanbe-cho, Ohda, Shimane, 694-0003, Japan

懸念されており、このような二次的な被害を回避する上で、むしろ刈払いなど除草剤散布以外の方法を選択することが適切であると考えられている（上田・小山、2007）。

そこで本研究では、シバ型草地造成過程（シバーワラビ型植生）におけるシバの競争種であるワラビを刈払いによって抑圧し、シバーワラビ型植生をシバ優占植生へと効率的に転換させる方法を、長期モニタリングと推移確率モデルによる植生動態診断によって検討した。

2. 材料と方法

調査草地の概況

試験を実施したのは、近畿中国四国農業研究センター大田研究拠点（島根県大田市川合町）の“ひなの原”第1牧区（約4.5ha）のシバーワラビ型草地である（図1）。この牧区は、1979年に蹄耕法により造成したトルフェスク主体の寒地型牧草地の放棄荒廃あと地で、1988年に切りシバ移植法により造成したシバ優占草地約0.5ha（以下，“シバ移植地”と呼ぶ）とその外側に広がる野草地（以下，“周囲草地”と呼ぶ、図1）が含まれる。試験地はこのシバ移植地の北側の南西斜面に位置しており（北緯35°10'、東経132°30'），標高は約90m、傾斜度は約15°である。土壤は鉄質土壤で、pH5.0、有効態リン酸5mg/100g、置換性カリウム38mg/100gであった。

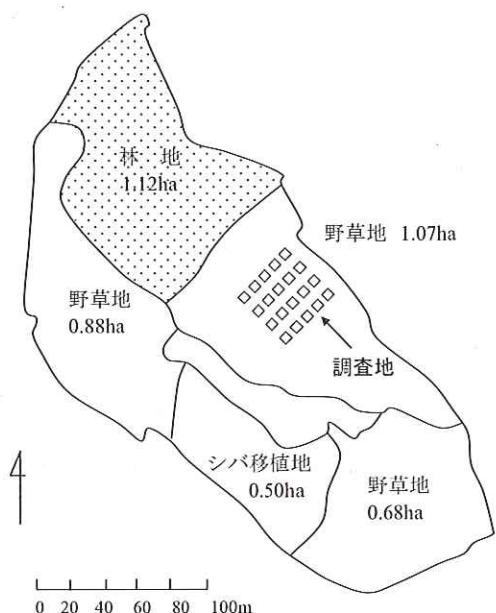


図1 調査対象地の概略図
(近畿中国四国農業研究センター“ひなの原”第一牧区)

試験地から約4km離れた観測地での気象観測結果によると、1989～2004年の16年間における年平均気温の平均値は15.3°C、最暖月（8月）の最高気温と最寒月（2月）の最低気温の各平均値は31.4°Cおよび2.0°Cであった。また、年降水量は平均1,802mmで、月別には6月、7月、9月が多く、2月、10月が少なかった。日照時間は年平均1,802時間、最大積雪深は平均8.0cmであった。

放牧には、1989年から1993年まで黒毛和種成雌牛6～8頭、1994年と1995年はそのうち子付きの成雌牛3頭を含む繁殖牛6頭、1996年以降は子付き成雌牛1～6頭を含む繁殖牛3～6頭を供試したが、2005年と2006年には肥育素牛4頭も放牧に供試した。各年次とも、シバ移植草地と周囲草地を含む4.5haを一牧区として定置放牧した。放牧期間は表1に示すとおりで、春の入牧時体重を維持することを日安にして秋の退牧日を決定したが、実際には牛の入れ替えや残草処理の都合により、入牧時体重を下回る年もあった。

シバ移植草地は移植後3年目（1991年）にはシバが優占し、放牧牛の糞中種子の伝播により、周囲草地にもシバが広がっていた。しかし、周囲草地では同時にワラビが繁茂してきたため、1993年から1995年にかけて、子付きの牛を中心にワラビ採食による中毒症が頻繁に発生した（表1）。

そこで、ワラビを防除し、シバの定着・拡大を促すため、1995年～1999年は年1回（毎年7月）、2000年～2004年には年3回（5, 7, 10月）の刈払い処理を実施した。その結果、年3回の刈払いを実施した2000年以降は、ワラビ中毒の発症は全く認められなかった。

調査方法

上記の試験地に1m×1mの定置枠20か所を設置して、群落高(cm)、植被率(%)、裸地率(%)、出現植物種の被度(%)および草高(cm)を測定した。調査は毎年8月上～中旬に行なった。解析に用いた相対優占度(RD)は、種ごとに求めた平均被度と平均草高の乗算値を優占度とし、優占度合計に対する各種の構成百分率の値とした(Ohtsukaら 1993；根本2001)。種の多様度は、出現した種のRDを用いて、Shannon指數($H = -\sum P_i \log_2 P_i$ 、ここで P_i は i 種のRD)より求めた(Ohtsukaら 1993；根本2001)。

また、主な優占種（シバ、ワラビ、その他の植物）については、年次ごとのすべての調査枠の優占種の交代の有無を調べ、各刈払い処理（年1回、年3回）ごとに全調査データを込みにして、任意の優占種からそれぞれの優占種へ推移した割合を算出し、推移確率(%)を求めた。

表1 調査対象地のある放牧区(林地1.1haを含む)の放牧実績

年次	放牧期間*	放牧日数*	放牧頭数	延べ放牧頭数	備考
1989	5/12~10/13	154	6	924	
1990	5/25~11/16	164	6	984	
1991	4/26~10/30	187	6	1124	
1992	4/24~10/16	168	8	1344	
1993	4/28~10/12	167	6~8	1190	維持繁殖牛1頭にワラビ中毒発症
1994	4/26~10/18	175	6	1050	ワラビ中毒で子付の繁殖牛2頭が死亡
1995	4/25~10/17	175	6	943	ワラビ中毒で子付の繁殖牛2頭、維持繁殖牛1頭が死亡
1996	4/23~12/3	224	3	672	
1997	4/21~12/2	225	3	545	ワラビ中毒で維持繁殖牛1頭死亡
1998	4/22~12/10	232	3	697	
1999	4/21~12/1	224	3	672	
2000	4/20~11/30	224	3	672	
2001	4/15~11/30	227	4	672	
2002	4/18~12/15	242	2	448	
2003	4/18~9/30	166	6	996	
2004	4/13~7/23	101	4	404	
2005	5/9~12/8	209	1~7	915	肥育素牛4頭(5/9~10/7)を含む
2006	7/13~10/12	175	2~9	957	肥育素牛4頭(5/9~7/13)を含む
2007	4/19~11/8	203	7	1020	
2008	4/19~9/30	150	6	855	

*入退牧の都合で、放牧期間と放牧日数は必ずしも一致しない。

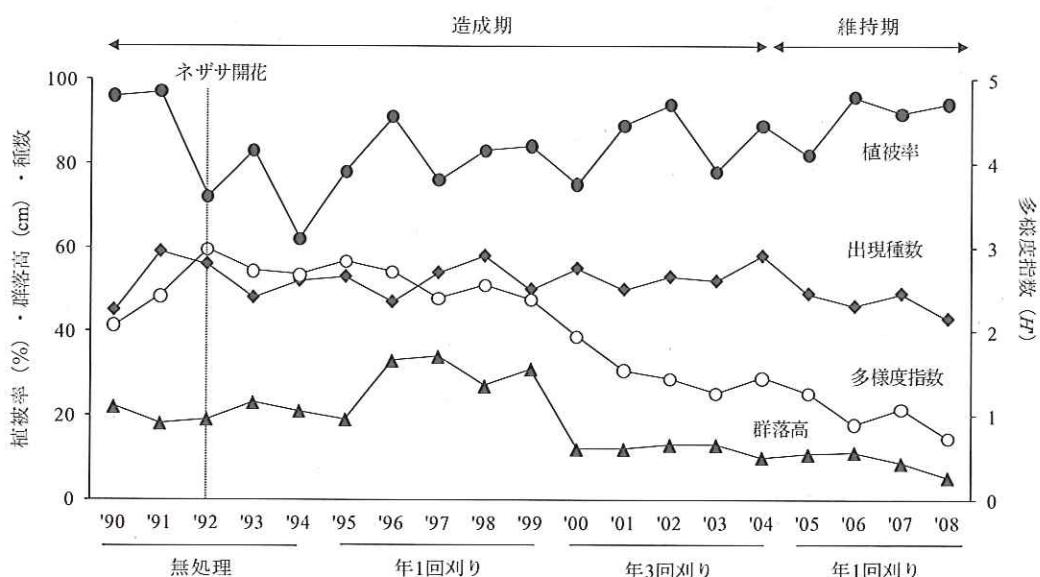


図2 植被率、群落高、出現植物種数および多様度指数の年次変化
点線はネザサ開花年(1992年)を示す

3. 結 果

群落構造と種組成の変化

植被率、群落高、出現植物種数および多様度指数(Shannon指數, H)の年次変化を図2に示した。試

験地の植被率は、当初から100%近い高い値を示し、ネザサが開花・枯死した1992年から数年間を約70%の値で推移したのち、徐々に回復してきた。また、定置放牧条件下で20cm前後と安定していた群落高は、ワラビが優占度を増した1996年から1999年には

30cm前後の高い値を示し、2000年以降は年3回のワラビ刈りの影響で10cm前後に低下した。各年次を通じて調査した20箇所の合計出現植物種数は50種前後、平均では15種/m²前後で推移し、比較的安定していた。

多様度指数は、出現植物種数と同様に、各年次を通じて比較的安定して推移し、気象条件の変化や放牧強度の変化に伴う明らかな傾向は認められなかったが、ネザサが開花した1992年の指数3をピークに、その後はシバが優占化するのに伴い半減した。

なお、調査した20年間を通じて毎年出現した植物

種は、イヌツゲ、オオアレチノギク、コナズビ、ススキ、スズメノヒエ、スマレ、ネザサ、ヒメスイバ、ヘクソカズラ、ヨモギの10種にすぎず、年次によって種組成は大きく変動した。

優占種の推移

定置枠内に出現した植物種の相対優占度（RD）を、各年次の上位5種に限定して示すと表2のとおりであった。いずれかの年次でRDが上位5位以内であった植物は合計で21種に上った。調査開始時にRDの1位

表2 主要植物の相対優占度（RD）の変化

種名*	造成期										維持期								
	無処理					年1回刈り					年3回刈り								
	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08
ネザサ	43.7	36.2	4.5	0.1	0.3	0.1	0.2	0.1	0.1	0.5	0.3	0.4	0.5	0.4	2.4	1.2	0.9	0.8	1.5
ススキ	5.1	5.0	11.3	1.8	2.4	4.2	13.2	8.6	9.0	11.3	9.6	7.6	1.8	0.6	4.7	3.5	1.3	0.9	1.2
トボシカラ	6.2	2.1	4.4	5.3	0.5	0.4	1.6	2.2	1.2	7.2	4.7	0.4	0.2	0.2	0.1	—	—	—	—
ヤマムカゴ	1.2	3.3	7.2	2.1	0.9	0.7	0.0	0.1	0.1	0.0	2.4	1.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	—
スズメノヒエ	0.4	0.0	0.0	0.0	0.3	0.2	0.1	0.3	0.5	0.6	0.2	0.0	0.1	0.2	0.7	0.6	1.7	0.6	0.8
キンエ/コロ	—	0.7	—	—	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.0	1.4	3.3	8.0	3.3	0.2	0.6	0.1	0.0	0.0
チカラシバ	—	0.8	0.4	0.1	0.0	0.3	0.9	0.3	0.4	0.3	0.0	0.1	0.2	0.0	0.1	0.6	0.8	0.3	4.4
シバ*	—	—	—	0.2	0.4	2.9	8.1	16.3	16.9	18.4	45.5	59.2	50.5	66.9	62.3	73.8	83.6	80.9	80.7
ワラビ	20.3	26.7	46.4	53.7	70.9	59.7	42.9	50.8	47.3	44.8	8.0	12.1	14.6	5.5	0.8	0.0	—	—	—
ダントンボ/オオイグサ	0.0	0.1	0.2	17.0	0.5	0.5	0.1	—	0.0	—	—	0.2	—	—	—	—	—	—	—
オオアレチノギク	1.5	3.0	3.2	1.7	3.7	2.4	9.7	2.4	5.5	1.7	1.2	0.3	2.6	1.0	2.5	0.5	0.1	0.3	0.7
エゾノイシキシキシ	1.3	4.4	3.1	0.9	0.3	0.5	0.3	0.3	0.6	0.1	0.2	0.0	0.5	—	0.3	0.0	—	—	—
ヒメスイバ	0.2	0.2	0.7	1.7	1.4	6.0	3.0	3.2	1.7	0.3	0.4	0.2	0.6	0.6	0.2	1.2	0.7	0.5	0.1
オホトトメ	0.0	0.5	0.1	—	—	0.0	—	0.1	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.6	0.9	3.8	0.6
ヒカゲノスゲ	0.1	2.6	2.1	2.6	1.4	0.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
シユズノスゲ	—	0.5	1.2	0.4	0.7	2.2	3.0	1.5	0.7	3.7	4.7	1.6	1.9	0.6	3.2	2.1	0.7	0.4	1.2
シバズゲ	—	—	0.2	—	—	1.1	0.4	0.2	0.1	0.6	3.9	0.8	0.2	0.5	0.5	0.3	0.9	1.5	0.5
ヒメクサ	—	—	—	—	0.0	2.3	3.7	3.7	3.9	1.8	0.3	4.2	8.9	9.9	3.5	2.8	0.5	2.6	2.0
ヘクソカズラ	3.8	3.1	2.3	2.3	2.4	4.2	3.9	3.8	3.3	2.2	9.3	4.0	5.7	1.3	8.1	2.6	0.2	0.2	0.2
テリハリバナ	—	2.1	2.4	2.9	4.7	2.3	—	—	1.0	1.7	2.5	1.9	1.9	3.4	1.7	2.2	2.8	1.4	0.6
体カタキ	—	—	—	—	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.2	0.1	1.2	1.0	0.4	0.6	1.4	1.9

*各年次においてRD順位が1~5位を占めた種をリストアップした。

太字は、各年次におけるRD順位1位の種（優占種）を示す。

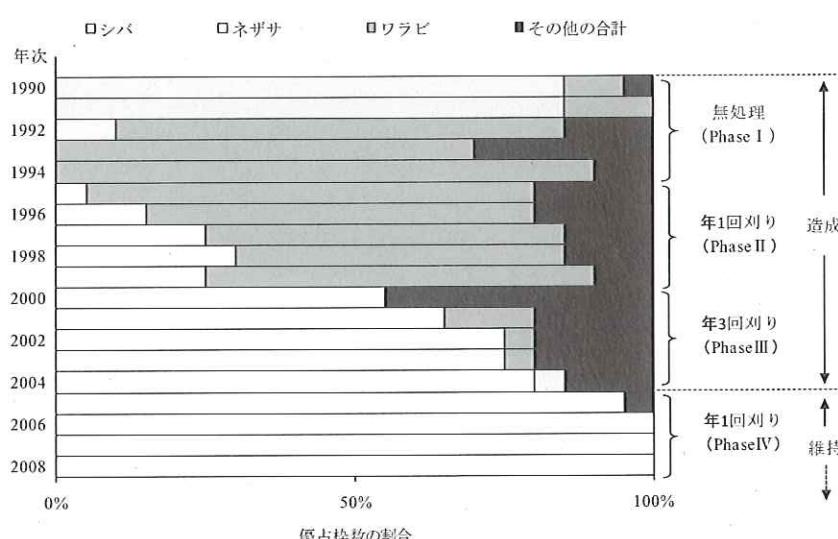


図3 各刈払い条件下における主な優占種の出現頻度の変化

を占めていたネザサは、1992年に開花・枯死したために、急速に勢力が低下し、その後一貫して優占度は極めて低いレベルにとどまった。ワラビは、ネザサと交代する形で優占度を増し、1992年以後はRDの1位を占めたが、年3回の刈払いを実施した2000年以降は漸次RD順位を低下させている。

シバ移植地において放牧牛に採食され、糞中に混じって散布されたシバ種子の定着に伴い、シバは1994年以降年次を追うごとにRD順位を増す傾向にあったが、上層のワラビやススキに庇陰された1997年から1999年にかけて、増加の度合いは停滞した。しかし、年3回の刈払いを実施した2000年以降、再びシバの優占度が急増し、RD順位の1位を占めるに至った。

その他にRDの年次推移に特徴のある種をみると、ススキは、高い放牧圧の影響を受けた1993年から1995年にかけてRD順位を下げたが、その後は順位を上げた。ヘクソカズラは、調査期間を通じて比較的安定した優占度で推移し、RD順位は中位を確保した。ダンドボロギクは、1992年にネザサが枯死したあとの裸地に侵入し、1993年にはワラビに次いでRD順位の2位を占めたが、その後は急速に衰退し、現在まで極めて低い水準にとどまっている。

優占種の推移確率

すべての定置枠（1m × 1m, 20カ所）について、それぞれの枠内に出現する植物種の相対優占度（RD）を年次別に算出し、その値が最大の種を各枠内におけるその年の優占種とした。シバ型草地の造成期に当たる1990年～2004年の間、リストアップされた優占種は合計で19種に上ったが、主な優占種としてシバ、ワラビ、その他の植物群に大別し、年次ごとにそれらの交代の有無を調べ、各刈払い処理ごとに全調査データを込みにして各優占種の推移確率を求めた。

その結果は、図3に示すとおりで、刈払いを実施しない条件では、上層のワラビやネザサによる庇陰が障害となり、シバが優占種である調査枠は認められなかった（Phase I, 図4上参照）。1995年以降の年1回の刈払い条件下においても、ワラビ優占の状態は継続し（図4中参照）、シバの拡大は緩慢であった（Phase II）。年3回の刈払いを加えることにより、ワラビの優占度は急速に低下し、それに伴いシバが優占する枠数が急速に増加した（Phase III, 図4下参照）。2005年以降（維持期）は、ほぼすべての調査枠でシバが優占し、年1回の刈払い条件で維持された。

シバ草地造成期に当たる1990年から2004年における主な優占種の推移確率（%）は図5に示すとおりである。年1回の刈払い条件下（Phase II）では、優占



無処理



年1回刈り



年3回刈り

図4 各刈払い条件下におけるシバ草地造成過程の植生の相違

種であるワラビの自己回転率（ワラビのままで、他の種に交代しない確率）が78%と高く、シバへと交代する確率は極めて低かった（図5左参照）。一方、年3回の強い刈払い処理を行うと（Phase III）、ワラビの自己回転率は大きく低下し（11%）、直接またはその他の種を経由して、シバ優占へと推移する確率が高

また、また、シバの自己回転率も高いため(100%)、シバ型植生への遷移が急速に進んだ(図5右参照)。

推移確率を用いれば、主な優占種の出現頻度の経時的な推移の様子も推定可能である。図6は、優占状態の経年変化の実測値と推定モデルによる推定値を示したものである。実測値と推定値はほぼ一致しており、年1回の刈払い条件ではワラビの防除が不完全であり、その後もワラビ優占の状態がしばらく続くことが予測できる(曲線a)。一方、シバ優占枠は漸増するものの頭打ちの傾向がみられ(曲線b)、シバ優占状態の拡大が遅延することが推察される。

4. 考 察

シバ移植地のシバは、放牧圧の極めて高かった1996年までの間に急速に優占度を増し(高橋ら、

2003)，それに隣接する周囲草地でも、放牧家畜の糞による種子散布によって1992年以降にはシバの定着が認められた。しかし、試験地を含む周囲草地では、ワラビの過剰摂取による放牧牛の中毒症が発生するなど、過放牧に起因するとみられるマイナス現象も認められた(表1)。河野ら(1984)は、四国のシバ草地において、放牧強度が過度になるとシバの被度、生産性の減退を生じる可能性を示唆している。本調査においては、過放牧に伴うシバの著しい減退は認められなかつたが、高温・干ばつに見舞われた1994年のシバの優占度や生長量は劣っており(高橋ら2003)，また、種子生産によるシバ自身の更新も順調ではなかった可能性がみとめられた。このようなことから、放牧圧が高い条件下では、家畜の生産性のみならず植物バイオマスの持続的確保についても、依然として不安が残されている。

高橋・内藤(1996)は、三瓶山麓のシバ主体の短草型草地では、1ha当たり1頭程度の比較的緩やかな放牧条件下で管理した場合に、多様性の高い植生を維持できることを報告し、また、Naito・Takahashi(2000)は、不食地の存在が多様性の維持に大きく貢献していることを明らかにしている。シバ型草地における適正放牧圧については、短期間の生産性のみならずこのような多様な視点からの検討も必要であることは言うまでもない。不食地については、草量が不足しがちな秋期への備蓄という観点からも、メリットは少なくないものと考えられる。今後は、植物バイオマスの持続性と種多様性の保全を両立するための指標や管理方策の確立が求められてこよう。

本調査では、家畜の衛生管理上の都合から放牧頭数

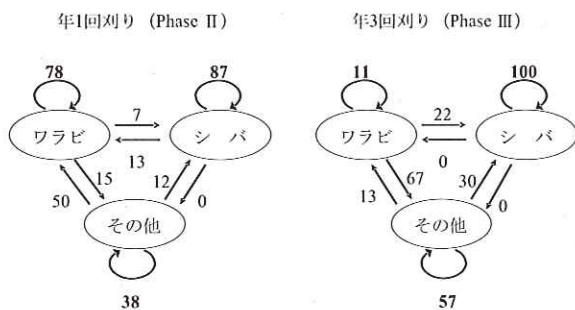


図5 各刈払い条件下における主な優占種の推移確率(%)
太い数字は、自己回転率(そのままの状態で推移する確率)を示す

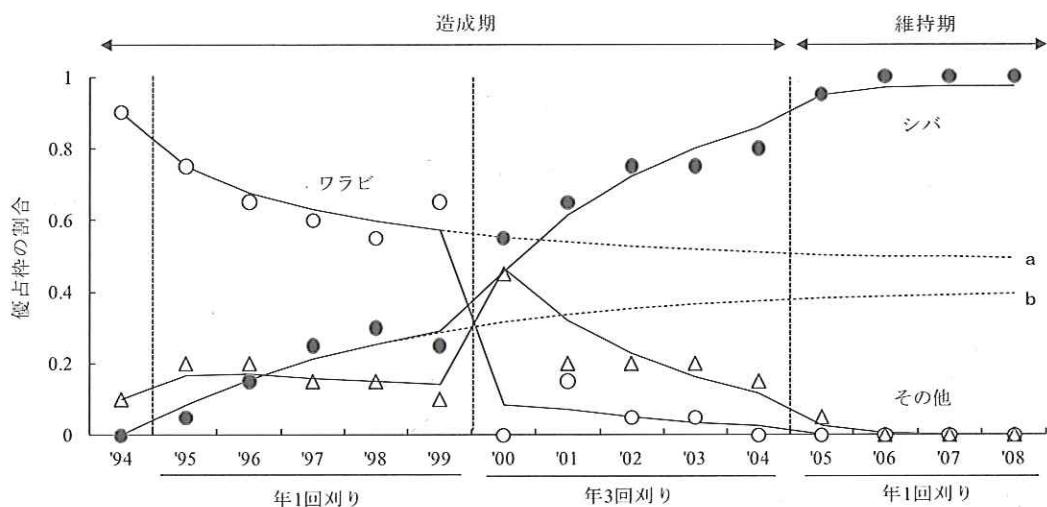


図6 各刈払い条件下における主な優占種の出現頻度の実測値とモデルによる推定値
a, b: 年1回刈りを続けた場合のワラビ、シバの優占状態の推定曲線を示す

を半減させた1996年以降は、周囲草地でのワラビの採食による被害は少なくなり、植生構造の面からみても出現種数や種多様性が増大して生産力の回復、健全化の兆しがみられている。しかし、その一方でワラビの優占度が高まり、シバの拡大が停滞を余儀なくされる現象も認められた（表2）。したがって、ワラビ中毒の回避を目的とするような弱放牧条件下では、シバ草地化を促進するためのワラビの防除が欠かせない作業になる。

ワラビは多量のデンプンを含む長大な地下茎を持っており、地上部切除のみではシーズン中に連續して発生し（大谷ら、2000）、刈払いのみでの防除効果は高くないと考えられてきた。しかし本調査結果から、年3回の刈払い処理を繰り返すことによって、ワラビの生育抑制が期待できることが明らかになった。また、図6に示すように、年1回の刈払い条件下では数年以上にもわたってワラビ優占の状態が続していく可能性が高いことが示唆された。これまで、刈払いによるワラビ防除がうまくいかなかった原因は、刈払いの頻度が不足していたことが考えられる。

強度の刈払い処理によって一旦シバ優占の状態が確立されると、シバの自己回転率が極めて高いこと（図5）、また、シバの匍匐枝がマット状に広がり、ワラビの出芽・出葉が抑えられること（大谷ら、2000）などから、その後のワラビ防除のための刈払いは年1回程度ですむと推察される（高橋、2006）。

ちなみに、ワラビなどの不食植物の防除コストの指標となる刈払い時間を示すと図7のとおりである。ワラビ防除に効果的な年3回の刈払い実施当初は刈払い時間を要していたが、3年目（2002年）以降は急速に減じた。また、シバが定着したのちはワラビの刈払い

は不要で、かわってテリハノイバラの防除が必要となつたが、この作業も年次を経過するにしたがつて著しく軽減されている。このことは、造成当初に投入したワラビ防除のための刈払いコストが、シバ草地化した後の省力管理を通して、将来的には十分回収されることを意味している。

このように、シバ草地化の途中で形成されるシバワラビ型植生の段階で強度の刈払い（年3回程度）を実施できるかどうかが、シバ型草地造成の成否とその後の省力管理を左右する重要な鍵であるといえる。造成初期における防除の手抜きあるいは中途半端な防除策は、結果的にはシバ草地化へのスムーズな移行を妨げ、管理コストを高めることになるということを十分に認識しておく必要があろう。また、確立したシバ型植生を維持する段階では、イバラ類が防除の対象となり（図7）、年1回程度の刈払いを定期的に継続することがイバラの繁茂を抑制するのに効果的と考えられる。

なお、ワラビが消失するまでの年数と刈払いの効果は、ワラビの生育状況（初期値）によって異なる。初期値（ワラビの優占度）を推移確率モデルに当てはめることで、ワラビの生育状況に応じた刈払いの強度（回数）を選択することができる。この点については、現在解析を進めているので、機会を改めて報告することしたい。

謝 辞

本研究は、農林水産省「草地の動態に関する研究」および「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発

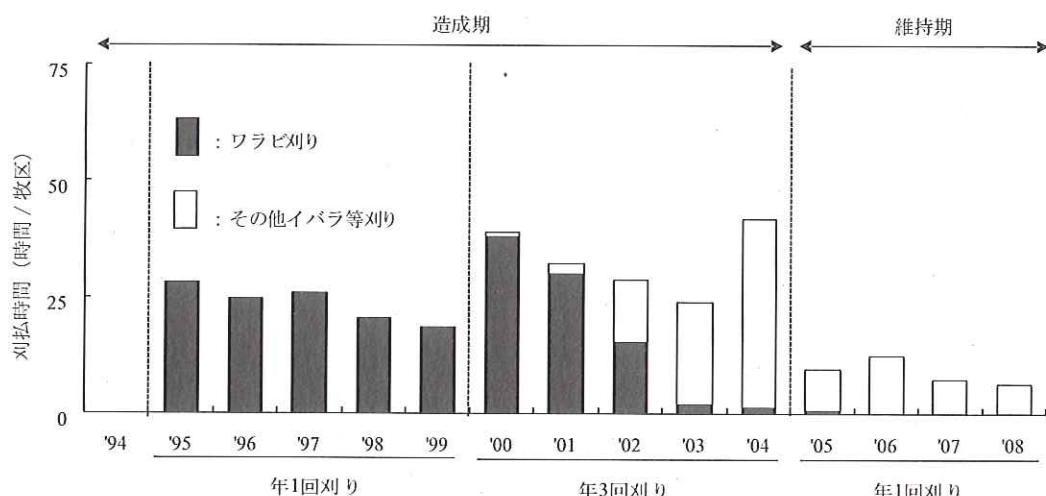


図7 各刈払い条件下における刈払い作業時間の推移

事業(No. 18018)」によって実施したものである。また、経費の一部は2006年度～2008年度近畿中国四国農業研究センター研究強化費（特定研究）によるものである。本研究の野外調査に当たっては、近畿中国四国農業研究センター業務第3科の職員の方々の多大なるご協力をいただいた。ここに記して、厚く感謝の意を表したい。

要　　旨

放牧によるシバ草地化にあたっては、ワラビの繁茂が大きな障害となり、シバの定着・拡大が阻害される。刈払いによるワラビ防除を試みた結果、年1回（7月）の刈払い処理では、ワラビの自己回転率が比較的高く、安定しており、シバへの優占種の交代は緩慢であった。一方、年3回（5、7、9月）の強い刈払い処理を加えると、ワラビの自己回転率が大きく低下し、直接シバ、またはその他の植生を経由したシバ優占への確率が高まった。また、シバの自己回転率も高いために、シバ型草地の安定化が急速に進んだ。

西南暖地の半自然草地や里山におけるシバ草地の維持管理に当たっては、シバ個体の定着段階の競争種（ワラビや灌木など）抑圧のために、造成初期に強度の人為的管理を加えることが不可欠である。また、シバ型植生確立後の維持段階では、イバラ類の防除のために年1回程度の刈払いを継続することが重要と考えられる。

引　用　文　献

- 中国農業試験場畜産部(1994)三瓶山牧野の変遷と残された課題. 中国農業試験場畜産部, 大田, p1-39
- 早坂貴代史・西口靖彦・安藤 貞(2005) 無施肥シバ優占草地放牧の黒毛和種繁殖成雌牛における放牧密度別の生産性と栄養管理. 近中四農研報 4: 69-107
- 河野道治・大槻和夫・細山田文男・野田 博(1984) シバ型草地の動態に関する研究. 第1報 造成したシバ草地の植生の変遷. 四国農試報 44: 141-157
- Lowday JE (1984) The effects of cutting and asulam on the frond and rhizome characteristics of bracken (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn). Aspects Appl Biol 5: 275-282
- Naito, K. and Y. Takahashi (2000) Biased distribution of autumn-flowering plants in a *Zoysia japonica* grassland in relation to patch structure. Grassl Sci 46: 10-14
- 梨木 守・野本達郎・原島徳一 (1980) 放牧地のワラビに対するasulamの散布時期. 雜草研究 25: 214-216
- 根本正之 (2001) 雜草の群落構造調査法. 日本雑草学会(編) 雜草科学実験法. 日本雑草学会, 東京, p63-75
- 農林水産技術会議事務局(編) (1973) 牧野における牛の汎骨髓労に関する研究. 研究成果シリーズ70, 農林水産技術会議事務局, 東京, p1-217
- 大谷一郎・山本直之・圓通茂喜 (2000) ワラビ (*Pteridium aquilinum* L.) 優占草地におけるアシュラムおよび刈払いを用いたシバ (*Zoysia japonica* Steud.) 導入. 日草誌 46: 296-298
- Otsuka T, Sakura T, Ohsawa M (1993) Early herbaceous succession along a topographical gradient on forest clear-felling sites in mountainous terrain, central Japan. Ecol Res 8: 329-340
- 鶴田 饒 (1962) ワラビの生態－野草地におけるワラビの動態. 雜草研究 1: 70-77
- 高橋佳孝・内藤和明 (1996) 放牧条件下における短草型草地の特性と植生管理への応用. 国際景観生態学会日本支部会報 3 (3) : 44-45
- 高橋佳孝・井出保行・小林英和・佐藤節郎・齋藤誠司・萩野耕司 (2003) 造成したシバ型草地の植生遷移と生产力の変動. 草地の動態に関する研究(第六次中間報告). 畜草研資料 平14-8: 54-62
- 高橋佳孝 (2006) ワラビを防除するためのシバ型草地の刈払い管理. 中国地方における新技術 第5号, 中国四国農業研究センター, 福山, p108-110
- 竹之内直樹・圓通茂喜・大島一修・鳥田和宏・大谷一郎・山本直之・今川昭宏・高橋政義 (1996) 放牧時にワラビ中毒の発症を認めた黒毛和種における臨床および血液所見の推移. 中国農試研報 16: 93-106
- 上田弘則・小山信明 (2007) ワラビ防除のためのアシュラム剤散布で誘発されるイノシシによる草地の掘り起こし. 日草誌 52: 255-260
- 上田孝道 (2000) 和牛のノシバ放牧－在来草・牛力で日本の畜産－. 農山漁村文化協会, 東京, p1-165
- 行永寿二郎・井手欣也・伊藤幹二 (1973) ワラビに対するasulamの殺草効果とそれに関する2, 3の生態. 雜草研究 15: 34-41
- 吉田光宏 (2007) 農地・環境・地域が蘇る 放牧維新. 家の光協会, 東京, p1-229