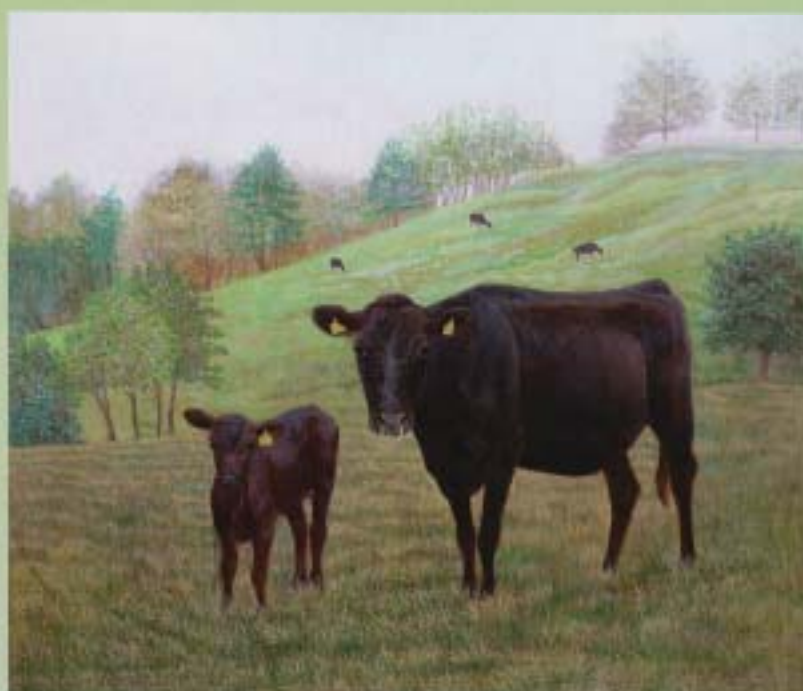


わかる繁殖和牛のシバ放牧

放牧密度別の生産性と栄養管理



平成17年3月

独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構



近畿中国四国農業研究センター畜産草地部





中国地方の繁殖和牛飼養は、昭和40年代の役用牛から肉用牛への移行に伴い、入会牧野による粗放的な共同放牧から、里山放牧や経営副産物である畦畔野草や稲わら利用による集約的な舎飼い方式に移行してきた。

一方、中国地域の大部分を占める中山間地域における近年の繁殖和牛農家の担い手不足は、深刻な問題となっている。特に担い手として、高齢者、婦女子、定年帰農者等が想定されるなか、和牛の飼養管理の省力化・効率化が望まれている。さらに、畜産の進出により解決が期待される、中山間地域全体に係わる問題もある。例えば、拡大している遊休農林地の畜産的利用を促進する技術、あるいは都市と農村との交流の観点から、畜産による里地里山の景観改善など多面的機能を増進する技術開発が期待されている。このような背景と技術的解決を図るために、近年、衰退していた投下労働の少ない放牧飼養が見直され、各地で実践されつつある。

近畿中国四国農業研究センター畜産草地部は、この地方で利用の歴史が長いシバ草地放牧に着目し、研究を進めている。特に平成10～15年度に実施された農林水産省委託プロジェクト「食料自給率向上のための21世紀の土地利用型農業に関する総合研究」で実施した研究は、近年の高齢化や過疎化に対応した低コスト、省力、低投入型シバ草地放牧における草地とウシの生産性及びウシの栄養管理について、普及に移し得る成果を得たので、マニュアル「わかる繁殖和牛のシバ放牧」を発刊することにした。

本マニュアルの特徴として、最初のページに「マニュアルの要約」があり、各節の内容を要約した**ここがポイント**を集め、全体の内容を把握することができる。各節は、**ここがポイント**及び詳細な内容を記述した【解説】から構成されており、【Q&A】で補足説明を加え、指針（ガイドライン）となる表と表題はゴシック体で示し、わかりやすくしている。

シバ草地放牧の技術導入の指針として本マニュアルと、近畿中国四国農業研究センターよりすでに発行されているマニュアル「中国中山間地域を活かす里地の放牧利用」をあわせ活用して頂きたい。

本技術が、和牛の飼養管理の省力化、里地や遊休農林地の畜産的利用及び里地里山の景観改善等に役立てて頂ければ幸いである。

2005年3月

独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構

近畿中国四国農業研究センター畜産草地部長

土肥宏志



マニュアルの要約	.....	1
1. マニュアルの手引き	.....	3
2. シバの飼料成分、草量と草高	.....	6
3. シバ草地放牧での雌牛の体重の動き	.....	8
4. 放牧密度別の雌牛1頭あたりのTDN摂取量	.....	11
5. 放牧密度別10aあたり乾物・TDN摂取量と牧養力	.....	13
6. シバ草地のみで飼養可能な雌牛の栄養水準	.....	15
7. 放牧密度・放牧期別の雌牛の養分過不足量	.....	17
8. 草高によるTDN不足と退牧の判定	.....	22
9. 放牧の強さ	.....	24
10. 子牛の発育	.....	25
11. 雌牛と子牛の血液成分診断	.....	27
12. 補給量と補給飼料の特性	.....	29
13. 雌牛への補給の実際	.....	31



マニュアルの要約



ここがポイント

注：略号はp.4を参照して下さい。

1. このマニュアルは、主に中国四国地方の施肥していないシバ草地に繁殖和牛を春から秋まで定置放牧した時の、草地とウシの生産性及びウシの栄養管理について解説しています(p.3)。
2. シバの飼料成分はDMとCPの含量が高く、P含量が低い特性をもちます。放牧経過に伴い、せんいが少しずつ増えTDNが少しずつ減り栄養価が低くなります。無施肥の10aあたりのシバの生産量は、放牧期間4～11月でDMで372kg、TDNで185kgです(p.6)。
3. 雌牛の体重の低下は、分娩時などを除き、入牧初期、夏季、放牧後期、に観察されます。草量や草質の低下による放牧後期の体重低下は栄養補給か退牧かの判断が必要になります(p.8)。
4. 1日1頭あたりの雌牛のTDN摂取量は、放牧の経過に伴い低下し、放牧密度が高いほど低下します。2.2～3.8頭/haでは過放牧となります(p.11)。
5. 4～11月に連続放牧した時の放牧密度別10aあたりのTDN摂取量は、1.5頭/haで最大となり乾物で239kg、TDNで119kg、草地の潜在的牧養力は283頭・日/haとなります。適正放牧密度は0.5～1.5頭/haです(p.13)。
6. シバ草地は雌牛の妊娠末期水準のTDN(=4.9kg/頭/日)を供給します。他の養分では、CPとCaが授乳期水準、Pが維持期水準、密度別では0.5～1.0頭/haが授乳期水準、1.0～1.5頭/haが妊娠末期水準の養分供給を可能にします(p.15)。
7. 放牧密度、放牧期、ウシ栄養期別に養分過不足量をクロス表で示します。1日1頭あたりの雌牛の養分不足量は授乳期>妊娠末期>維持期、の順であり、高密度または放牧経過に伴い増加します。またTDNとPは、CPとCaに比べ不足の程度が大きい傾向にあります(p.17)。
8. 体重が入牧時より低下するTDN不足の目安となるシバ草高はおよそ5cmです。退牧の目安は、放牧末期のTDN不足を容認して、およそ授乳牛5cm、妊娠末期牛4cm、維持牛は3cmです(p.22)。

- 9 . 4 ~ 11月の10aあたりの生産量に対する摂取量の割合を示す摂取利用率は、0.5頭/haで34%、1.0頭/haで56%、1.5頭/haで最大となり64%です。同じく4 ~ 9月の摂取利用率は、0.5頭/haで30%、1.0頭/haで50%、1.5頭/haで最大となり60%です(p.24)。
- 10 . 子牛の体重は正常発育曲線を上回り、0.5 ~ 1.0頭/haであれば特に別飼いの必要はありません(p.25)。
- 11 . 雌牛の血清中NEFAは分娩後に著しく上昇します。ALBとCaは正常値であり、iPは正常値を下回ります。子牛のiPは正常値と一致し、VAは食草が少ないために雌牛より低くなります(p.27)。
- 12 . 体重が入牧時体重よりも低下した時に、配合飼料2.2kgTDNを上限に給与した場合の放牧密度別の平均補給量と、その給与によりウシが摂取した飼料成分を示します。シバ草地放牧ではTDNとPが不足しやすいので、それらが高い含量の飼料を補給します(p.29)。
- 13 . 補給は放牧密度が高まるにつれて、また放牧後期に多くなります。補給が毎日連続すると、ウシは補給場周辺に集結し、誘導がほとんど不要となります。補給は少量でも音響誘導でき、子牛も多くは雌牛に同伴しますが、分娩前後のウシは茂みに隠れて補給に応じない場合があります(p.31)。



【Q&A】

- 【Q 1】マニュアルの表の見方を教えて下さい(p.4)。
- 【Q 2】このマニュアルの典拠となる論文はありますか(p.5)。
- 【Q 3】シバの特性とは(p.7)。
- 【Q 4】このマニュアルは、「無施肥のシバ草地への定置(連続)放牧」を適用条件にしていますが、施肥したシバ草地の牧養力や生産性はどのくらいですか。また輪換放牧をどう考えますか(p.10)。
- 【Q 5】このマニュアルの図3、表4 ~ 7にある1日1頭あたりのTDN、CP、Ca、P各摂取量はどのように求めましたか(p.12)。
- 【Q 6】牧養力とは何ですか。シバ草地の牧養力に影響する要因は何ですか(p.12)。
- 【Q 7】表4のTDNの「飼養判定」をTDN充足率80 ~ 100%と低めに設定して判定した理由をもう少し詳しく説明して下さい(p.15)。
- 【Q 8】第7節で補給が不要な放牧期間を密度別に述べていますが、その判定基準を説明して下さい(p.18)。
- 【Q 9】試験で、補給日量の上限を2.2kgTDN(3kg原物)/回/頭としたのは何故ですか(p.29)。



1. マニュアルの手引き



ここがポイント このマニュアルは、主に中国四国地方の施肥していないシバ草地に繁殖和牛を春から秋まで定置放牧した時の、草地とウシの生産性及びウシの栄養管理について解説しています。

【解説】

まずシバ草地放牧をめぐる問題点とこのマニュアルで解説する適用条件を述べます。

シバのTDN含量はおよそ50% DM、可消化粗蛋白質含量は5% DMといわれ、その養分含量やシバ草地の栄養・家畜生産特性から、肉用繁殖成雌牛の維持程度の養分供給量といわれています。しかし、養分含量が維持量程度でも食べる量が多ければ養分要求量の大きい授乳期の雌牛も飼えることとなりますが、その詳細はわかりません。

放牧牛の養分が不足した場合、一般に補助飼料を給与(補給)するのがよいといわれています。しかし、不足量を知るには、ウシの体重測定などの面倒な作業が加わり、実際はほとんど行われていません。また補給作業は、同時に放牧牛の栄養状態をしっかりと管理できると同時に健康や繁殖の管理もできますが、補給飼料代や労働時間が増えるので、補給が多くなる前に退牧するなどの措置も必要です。

それには放牧雌牛の養分摂取量を知り、そのウシの栄養期に応じた養分要求量と比較して、その過不足量の情報から、管理者が補給や退牧を判断することが必要です。そのためには、どのような放牧条件で、どの時期にどの程度の養分過不足量を生じるかを知る必要があります。すなわち、放牧牛の養分摂取量は、放牧管理条件である密度、草地・環境条件である放牧期(季節)別の草の栄養生産量、家畜条件であるウシの栄養期別要求量、によって決定されるので、その組み合わせによる検討が必要です。

シバ草地の生産性や牧養力は、気温、降水量、土壌などの自然条件による地域性、施肥条件、放牧期間、放牧方法、牧草との混生状態などの栽培条件などによって変化します。これまで施肥や輪換放牧などによって高投入型の高生産を目指した検討事例も見受けられますが、今後は省力的な連続(定置)放牧での無施肥のシバ草地における生産性や牧養力を評価して、できる限り補給がいらぬ省力で低投入型の牛群栄養管理法を確立していく必要があります。

このマニュアルは、島根県大田市にある近畿中国四国農業研究センター畜産草地部のシバ草地4.4haで、2000年の予備放牧試験の後、2001～2003年に放牧した雌牛とその子牛の放牧試験成績をまとめたものです。ですから、その試験条件とあまり異なる条件では、生産現場でそのまま適用できない場合があります。そこで試験調査時の気候条件、放牧条件、ウシの条件にわけてその適用範囲を示します。

まず気候条件は、年平均気温が15℃、同降水量が1500mm、同日照時間が1500時間です。中国四国地方は、年降水量が瀬戸内海の香川県の1100mmから高知県の3500mmまでかなりの変異がありますが、年平均気温が14～16℃であり、およそ中国四国地方及び近畿地方の一部を含め適用可能と考えます。

放牧地の標高は50～85m、傾斜はおよそ15度以内のシバの面積が約80%を占める、一部林地を含むやや厳しい放牧条件です。土壌は、褐色火山性土で、pH5.0と酸性で、有効態リン酸5mg/100gとリン含量が低くなっています。シバ草地に施肥は行っていません。

ウシの条件は、放牧前に妊娠を確認した黒毛和種経産牛で、いずれも過去に放牧経験をもっています。牛群はシバ草地に春～秋に連続放牧し、自然分娩後は子付き放牧としていきます(写真1:p.5)。雌牛の体重減少時に補給を行っていますが(写真2:p.5)このマニュアルではできるだけ補給をしない省力的な放牧に重きをおいて解説しています。放牧密度を示す1haあたりの放牧頭数は、維持牛、妊娠末期牛、授乳牛とも同じ1頭として扱い、子牛は含みません。

マニュアルの中の表4～7の指針は、まず表4(p.16)を放牧前の栄養管理計画の参考にして、各密度のシバ草地で飼養可能なウシの条件や補給の適否などを検討できます。次に表5～7(p.19～21)で、放牧中に放牧期別の養分過不足量のモニタリングに利用できます。なお8節の「草高によるTDN不足と退牧の判定」の表8(p.23)のほか、11～13節などの血液診断や補給法は、気候の違いなどの条件にとらわれず、近畿中国四国地方以外の地域でも適用あるいは参考になると思います。



【Q1】マニュアルの表の見方を教えて下さい。

【A】シバ草地放牧の指針(ガイドライン)となる表4～8と表11は、他の一般の表と区別して表番号と表題をゴシック体で標記しています。

マニュアル中に示す略号は次のとおりです。

シバ優占草地	: シバ草地	D G	: 日増体重
密度	: 放牧密度(頭/ha)	N E F A	: 遊離脂肪酸
雌牛	: 肉用繁殖成雌牛	B U N	: 尿素窒素
D M	: 乾物	A L B	: アルブミン
T D N	: 可消化養分総量(エネルギー)	V A	: ビタミンA
C P	: 粗蛋白質	N F C	: 非構造的炭水化物
C a	: カルシウム	O a	: 高消化性せんい
C D	: カウデー	O b	: 低消化性せんい
P	: リン	O C W	: 総せんい(細胞壁物質)
i P	: 無機リン	O C C	: 細胞内容物





写真1 . シバ優占草地の親子放牧



写真2 . 栄養不足時の成雌牛への補給



【Q2】このマニュアルの典拠となる論文はありますか。

【A】次の研究論文が典拠となります。

早坂貴代史・安藤 貞・西口靖彦、2005年 無施肥の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．近畿中国四国農業研究センター研究報告．第4号

この論文は、放牧密度ごとに放牧期、ウシ栄養期別の養分過不足量の提示、各密度別にシバ草地のみ（無補給）で飼養可能なウシ栄養期の明示、補給飼料の特性と給与量調査、TDN不足や退牧の目安となるシバ草高の調査、子牛の発育調査、雌牛とその子牛の血液性状に基づく栄養診断、密度別の10aあたりのTDN摂取量（kg）を推定し、シバ草地放牧の上限または適正な密度及び草地の牧養力の解析、シバの飼料成分、草量、草高の特性と放牧強度の解析、補給作業の実際、補給に対する誘導などの行動制御、牛群行動の調査、等を行い、近年の高齢化や過疎化に対応した低コスト、省力、低投入型シバ草地放牧の牛群栄養管理法を述べています。シバ草地放牧に関心のある方のご参考になれば幸いです。





2. シバの飼料成分、草量と草高



ここがポイント シバの飼料成分はDMとCPの含量が高く、P含量が低い特性をもちます。放牧経過に伴い、せんいが少しずつ増えTDNが少しずつ減り栄養価が低くなります。無施肥の10aあたりのシバの生産量は、放牧期間4～11月でDMで372kg、TDNで185kgです。

【解説】

採食されたシバの放牧期（2か月）ごとの栄養（飼料）成分含量を表1に示します。平均成分は、DM率40%、TDN49% DM、CP10% DM、Ca0.31% DM、P0.16% DMであり、DMとCPの含量が高く、P含量が低い特性をもちます。

シバの成分含量は、一般に他の草種にくらべて、生育期間を通して安定し年次的、季節的な変動が少ないといわれていますが、放牧経過に伴い、DM、OCW（総せんい）、Ob（低消化性せんい）粗灰分が少しずつ増え、TDNが4月の54%から11月の46%まで少しずつ減り、品質が低下します。CPは4～5月が11%と高く、6～7月に9%と低くなり、Caは期間を通して変化が少なく、Pは放牧後半で低下します。

表1. 採食されたシバの放牧期別の栄養成分 (%DM)

TDNと成分	4～5月	6～7月	8～9月	10～11月	平均
DM率(%)	33.4	42.1	42.4	43.3	40.3
TDN ¹⁾	54.4	48.9	45.9	45.7	48.7
CP	11.3	9.3	10.0	10.0	10.2
NFC	9.5	5.7	2.3	3.3	5.2
粗脂肪	2.2	1.8	1.4	1.0	1.6
粗灰分	5.9	6.4	6.2	6.4	6.2
OCC	21.0	14.9	11.8	12.3	15.0
OCW	73.1	78.7	82.0	80.8	78.7
Oa	12.9	7.1	3.6	2.6	6.6
Ob	60.3	71.7	78.5	78.7	72.3
Ca	0.29	0.27	0.32	0.34	0.31
P	0.22	0.18	0.13	0.11	0.16

¹⁾ TDN = 85.89 - 0.456 × Ob - 0.674 × 粗灰分

注：DM：乾物、NFC：非構造化炭水化物、OCC：細胞内容物、OCW：総せんい(細胞壁物質)

Oa：高消化性せんい、Ob：低消化性せんい (P.4参照)

表 2. シバの月別の10aあたりの草量と草高

草量と草高	刈り取り月								合計	
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月		
生草量 (kg)	月別生産量 ¹⁾	122	267	119	219	142	64	30	0	964
	生長量 ²⁾	122	283	382	650	769	672	484	350	464 ³⁾
DM量 (kg)	月別生産量	39	94	54	86	58	28	13	0	372
	生長量	39	116	175	276	355	333	231	223	219
TDN量 (kg)	月別生産量	21	51	28	40	27	13	6	0	185
	生長量	21	62	89	127	160	149	103	99	101
草高 ⁴⁾ (cm)	月別生産高 ⁵⁾	5.5	5.6	6.0	7.1	6.5	5.8	3.8	2.5	5.4 ³⁾
	生長高 ²⁾	5.5	9.0	10.7	11.6	14.8	15.9	10.9	7.7	10.8 ³⁾

¹⁾各月の再生草量の平均。

²⁾各月まで刈り取らなかった時の各月現在の草量または草高で、萌芽後の生長過程を示す。

³⁾平均値。

⁴⁾生育状態での平均高。

⁵⁾各月の再生草の草高の平均。

注 測定年の6～9月は平年値に比べ少雨干ばつであった。

表 2 に月別の草量と草高を示します。測定した年の6～9月は少雨干ばつでしたが、シバの生産量は5～8月が高く、それ以降に草勢が低下し、草高も草量と同様な傾向を示しています。一般にシバの季節生産性は、生長が最大になるのが、生殖生長が終わった後の夏の栄養生長期といわれていますが、例年この草地は、シバ及び他の野草とも5月の生産量が最も多くなっています。シバの生産量(/10a)は、放牧期間4～11月で372kg DM、185kg TDNとなります。



【Q3】シバの特性とは。

【A】シバ (*Zoysia Japonica*) は、北海道石狩地方から九州種子島まで分布する短草型野草で、家畜の放牧、踏み付けにより極相として形成される優占草種です。シバの特性として、ほふく茎でじゅうたん状に広がるために、裸地化せず、雑草の進入を防ぎ、定着した後に更新の必要がない、石の多いやせ地や傾斜地でも定着が容易で適応性が高く、土壌保全、景観保全的効果が高い、日なたを好み、気温適応性が高く、わが国に広く水平分布するほか、標高1600～1800mまで垂直分布する、暑さ、寒さに耐え、改良草地に比べ乾燥に強く、降雨による被害も少ない、生長点がウシに食草されにくい根元にあり再生力が強い、などが指摘できます。



3. シバ草地放牧での雌牛の体重の動き



ここがポイント 雌牛の体重の低下は、分娩時などを除き、入牧初期、夏季、放牧後期、に観察されます。草量や草質の低下による放牧後期の体重低下は栄養補給か退牧かの判断が必要になります。

【解説】

(1) 妊娠していない雌牛の体重の動き

シバ草地に放牧した時の雌牛の体重をみて、エネルギー（TDN量）の過剰や不足をおよそ知ることができます。体重は胎子が成長したり、分娩前後で変動するので、妊娠していない雌牛3頭（放牧密度0.75頭/ha）の体重（平均体重525kgで入牧時を100%とする）の動きを図1に示します。図1の放牧牛は、放牧前歴が豊富ですが、この草地に初めて放牧された平均9歳の経産牛です。補給は行っていません。

図1から、雌牛の体重低下は、入牧初期、7～8月の夏季、放牧後期、に観察されます。は、放牧（地）への個体の馴れの程度が関係し、放牧未経験やその放牧地に初めてのウシは体重低下の程度が大きいとされています。は暑さによる環境の条件によるもので、この時期の気温の上昇による呼吸数の増加、食べる草の量や食草時間の低下、アブの発生等が観察されています。いわゆる馬立場に集合する群行動や木陰で立ちながら休息するのも特徴的です（写真3:p.9）。は草量や草の品質の低下などによる主に草地の条件によるものです。

図1に示すように、やの体重低下の程度はにくらべ小さく、一時的でいずれ回復するので、補給の必要性は低いでしょう。の放牧後期は補給しても差し支えありませんが、体重の低下を抑え、維持するには、大量の補給が必要と

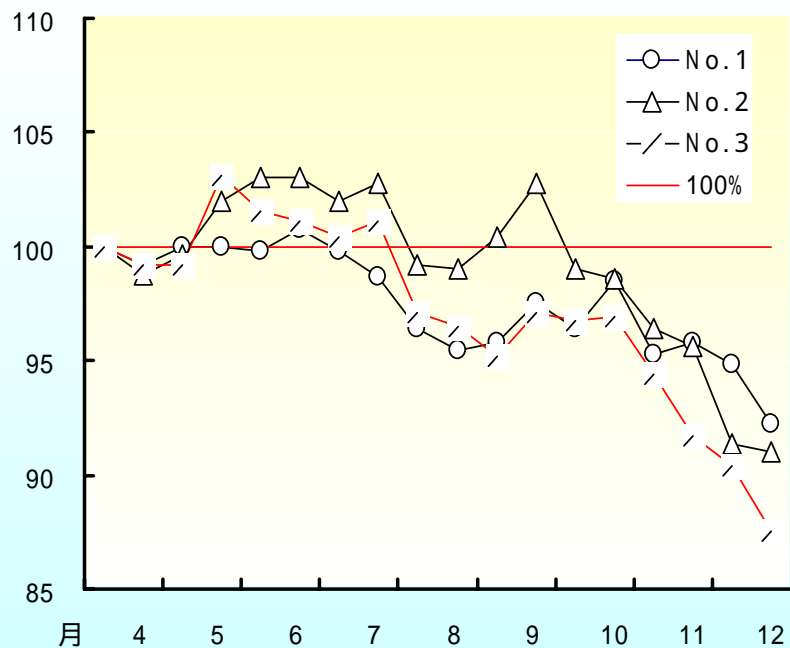


図1. シバ草地での妊娠していない雌牛の体重の動き
(入牧時体重を100%とした体重指数)

なります。この放牧後期のウシを観察すると、草が少ないために移動しながらの食草行動が増え、草地内に雑灌（かん）木があるとその樹の葉を採食するようになります（写真4）。食草量の不足から、草を求めての脱柵や放牧事故などの危険性もあるので、補給量が増加する前に退牧することも考える必要があります。



写真3 . 夏季に木陰に集結して休息

横臥よりも立つ状態が増え、アブやハエの払い行動がみられる。涼しい夜間の採食が増える。



写真4 . 樹葉を採食

放牧末期(10～11月) 放牧地に草がなくなると林内の樹葉の採食が目立つ。

(2) 妊娠牛、授乳牛の体重の動き

雌牛の入牧時維持体重を100%とした時の体重の月ごとの動きを0.5頭/ha（2頭放牧）、1.0頭/ha（4頭放牧）、1.5頭/ha（6頭放牧）の密度別に図2に示します。雌牛に補給をしていますが無補給時の体重に換算しています。放牧期間中に授乳期の長い前期分娩（5～8月中旬：印）牛と維持・妊娠期が長い後期分娩（8月下旬～10月：印）牛では養分要求量が異なるので、両者を別々のグループに分けて示しました。体重指数の急減は分娩を意味します。

前期牛が体重指数100%以上の期間は、入牧から0.5頭/haが11月まで、1.0頭/haが9月まで、1.5頭/haが5月まででした。後期牛が体重指数100%以上の期間は、0.5頭/haが11月まで、1.0頭/haが10月まで、1.5頭/haが9月まででした。後期牛は指数が110%を上回り、前期牛よりも高く推移しました。

密度が高まるにつれ、体重指数が100%を超える放牧期間が短くなり、放牧後期の体重減少が大きくなります。また維持・妊娠牛は授乳牛より養分要求量が低いいため、体重指数が高くなっています。

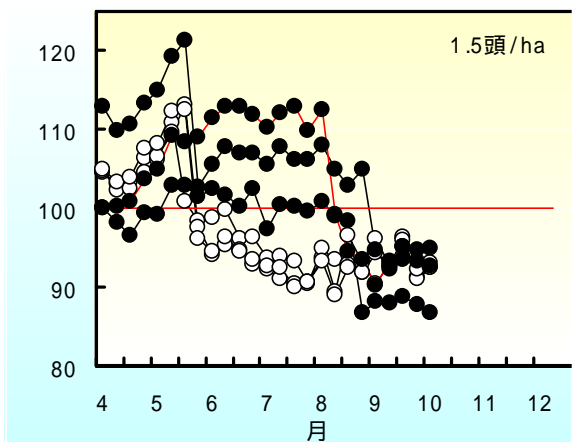
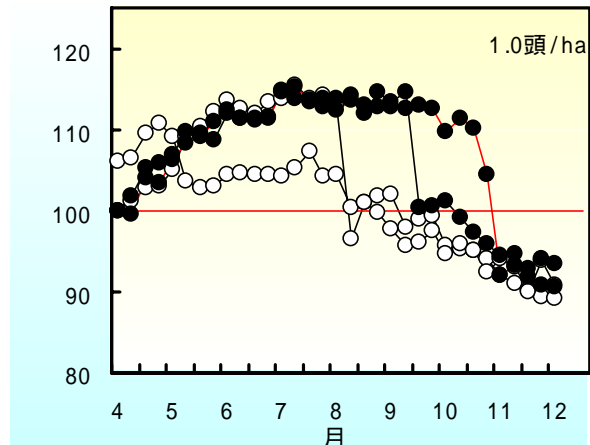
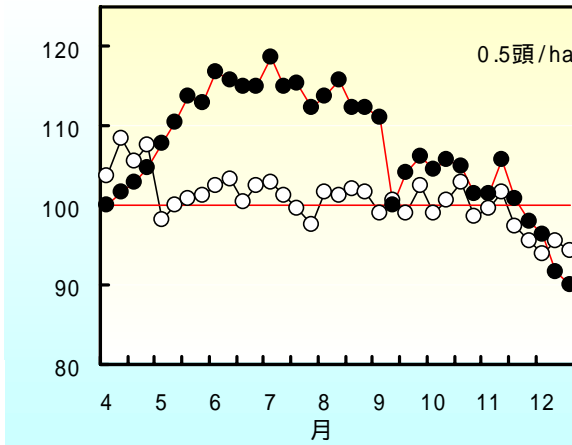


図2 . 放牧密度別の雌牛の体重指数

注：分娩が前期（5月～8月中旬）の牛は 印、後期（8月下旬～10月）の牛は 印で示す。入牧時維持体重を100%とする体重指数は無補給時に換算。体重の急減は分娩を示す。



【Q4】このマニュアルは、「無施肥のシバ草地への定置（連続）放牧」を適用条件にしていますが、施肥したシバ草地の牧養力や生産性はどのくらいですか。また輪換放牧をどう考えますか。

【A】施肥は無施肥にくらべ2～3倍に生産量が増加するといわれています。高知畜試の調査では、窒素-リン酸-カリウムを各3.2kg/10a施肥すると、無補給条件下での牧養力が600頭・日/haで、生産量が10aあたり乾物で780kgと高くなっています。旧四国農試の調査では、窒素-リン酸-カリウムを年間14.0-3.1-13.6kg/10a施肥し、無補給で月1回輪換放牧した結果、1015頭・日/ha、10aあたり乾物で681kgと高い生産力を得ています。それに対し、このマニュアルの成績は、無施肥の定置放牧の牧養力が最大283頭・日/ha（p.13）、生産量が10aあたり乾物で372kg（表2:p.7）です。シバ草地は、日なたを好み、やせた土壌で、ウシの採食により安定的に維持される低投入型放牧地です。施肥をするとシバから他の植生に変化していく特性があるので注意が必要です。

輪換放牧は、休牧区にウシの採食がないために、不食植物の侵入などを許すので、一つの牧区に連続して放牧する定置放牧をお勧めします。



4 . 放牧密度別の雌牛 1 頭あたりの T D N 摂取量



ここがポイント 1日1頭あたりの雌牛のT D N摂取量は、放牧の経過に伴い低下し、放牧密度が高いほど低下します。2.2~3.8頭/haでは過放牧となります。

【解説】

放牧密度別の1日1頭あたりのT D N摂取量(kg)を放牧期(4~5月、6~7月、8~9月、10~11月)ごとに図3に示します。シバ草地からのT D N摂取量の上限は不明ですが、ここでは最大8.0kgを授乳する黒毛和種雌牛のT D N要求量7.1kgを潜在的摂取量としました。

密度が0に近づいた時のT D N摂取量(/頭/日)は、4~7月が7.1kg、8~9月が6.5kg、10~11月が3.9kgと推定し、各放牧期の潜在的な最大摂取量となります。図3の横の点線はウシの栄養期水準(維持期4.2kg、妊娠末期5.1kg、授乳期6.1kg)を示しています。8~9月は授乳牛が、10~11月は維持牛がT D Nの100%充足が難しく、体重が低下します。また放牧期ごとに密度を変える場合、T D Nが不足しない正の増体量となる密度を知ることができます。たとえば、授乳期は、密度が4~5月に1.8頭/ha以下、6~7月に1.0頭/ha以下であれば正の増体重で放牧可能となり、8月以降は密度を下げても要求量に対し摂取量が不足すると判定できます。

T D N摂取量が0の時の放牧密度は、4~5月が3.8頭/ha、6~7月が3.1頭/ha、8~9月が2.3頭/ha、10~11月が2.2頭/haでした。

シバは、生長点がウシに食草されにくい根元にあるため再生力が強く、強放牧に耐え、裸地化しにくい特性があるといわれていますが、この密度範囲2.2~3.8頭/haは、過放牧となり、ウシの低栄養状態をもたらし、蹄傷、踏み付け、採食によるシバの再生力の低下や草地の悪化の原因となる可能性があります。

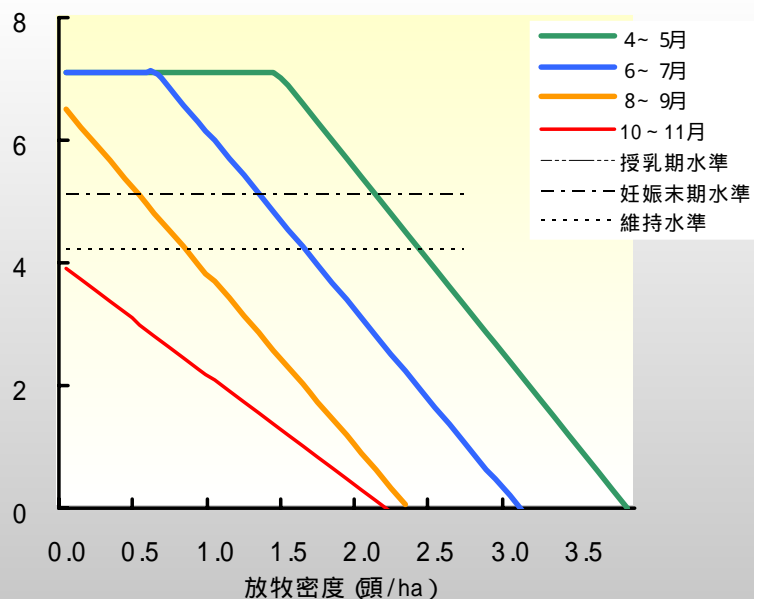


図3. 放牧密度別の1頭あたりのTDN摂取量(kg/日)の推定



【Q5】このマニュアルの図3、表4～7にある1日1頭あたりのTDN、CP、Ca、P各摂取量はどのように求めましたか。

【A】刈り取り法による草量から摂取量を求めるのが通常ですが、分布や現存量が不均一なシバ草地では誤差が大きいと考えるので、飼養標準のTDN要求量から体重増減量に相当するTDN量を加減して次式で求めました。

TDN摂取量 = 維持(×1.3(放牧時増加係数))TDN + 妊娠末期TDN + 授乳TDN - 補給TDN + 体重増減TDN

一方、シバ草地における1日のCP(kg)、Ca(g)、P(g)の各摂取量は次式で求めました。

$$\begin{aligned} \text{CP(Ca、P)摂取量} &= \text{乾物摂取量} \times \text{CP(Ca、P)含量} \\ &= \text{TDN摂取量} / \text{TDN含量} \times \text{CP(Ca、P)含量} \end{aligned}$$

ここで、シバ草地内にケージを設置し放牧期別のCP、Ca、P等の各含量を調査しました。TDN含量はイネ科乾草の推定式(=85.89 - 0.456×低消化性繊維 - 0.674×粗灰分)で求めました。詳細は【Q2】(p.5)の回答で示した典拠文献で詳しく説明しています。



【Q6】牧養力とは何ですか。シバ草地の牧養力に影響する要因は何ですか。

【A】牧養力とは、草地の家畜生産性をいい、最適な放牧圧で草地が悪化しないで維持できる最大の放牧頭数のことです。わが国ではカウデー(CD)とよんで、単位は「CD/ha」または「日・頭/ha」と表記します。通常は放牧した実績から求めたものを牧養力としているのが多いので、最大の牧養力をここでは潜在的牧養力と呼ぶことにします(p.13)。このマニュアルでの求め方は、放牧期間中のウシの1haあたりTDN摂取量(kg)を体重500kgの維持期雌牛のTDN摂取量4.2kg/頭/日(=3.27×1.3:1CD)で割り算して求めています。試験に利用したシバ草地の潜在的牧養力は1.5頭/haで283頭・日/haとなります。これは1haあたり189日間(283日/1.5頭)、500kgの維持体重の雌牛を1.5頭放牧できることを示しています。シバ草地の牧養力(CD/ha)は各地で推定されていますが、100以下から600以上と変異が大きくなっています。主に気象、降水量、土壌などの自然条件による地域性、施肥管理、放牧期間の違いのほか、放牧法や牧草混生などの栽培条件の違いによって変わるからです。一般には温暖な地方ほど放牧期間が長くなり、シバ草地の牧養力が高くなります。



5 . 放牧密度別10aあたり T D N 摂取量と牧養力



ここがポイント 4～11月に連続放牧した時の放牧密度別10aあたりのT D N 摂取量は、1.5頭/haで最大となり乾物で239kg、T D Nで119kg、草地の潜在的牧養力は 283頭・日/haとなります。適正放牧密度は0.5～1.5頭/haです。

【解説】

図3 (p.11) の1日1頭あたりのT D N 摂取量 (kg) に放牧密度を乗算し、10a 1日あたりに換算した放牧期別のT D N 摂取量 (kg) は (図4) 1.0～2.0頭/haの範囲で最大値を認め、4～5月が2.0頭/haで1.1kg、6～7月が1.5頭/haで0.7kg、8～9月が1.2頭/haで0.4kg、10～11月が1.0頭/haで0.2kgでした。

密度別に放牧期間中の10aあたりDM・T D N 摂取量 (kg) を図5に示します。4～11月に連続放牧した時の密度別10aあたりDM 摂取量は、0.5頭/haで127kg (4～9月で107kg) 1.0頭/haで209kg (同181kg) 1.5頭/haで最大となり、239kg (同215kg) です。同じく4～11月に連続放牧した時の密度別10aあたりT D N 摂取量は、0.5頭/haで62kg (4～9月で53kg) 1.0頭/haで103kg (同90kg) 1.5頭/haで119kg (同108kg) と最大になります。

10aあたりの上限T D N 摂取量である119kg (4～11月) 108kg (4～9月) から算定したシバ草地の潜在的牧養力は、500kgの肉用成雌牛のT D N 要求量を4.2kg/頭/日とすると、放牧期間4～11月で283頭・日/ha、同4～9月で257頭・日/haと算定されます。密度・放牧期別の牧養力は表3に示します。牧養力は放牧初期に高く、放牧の経過に伴い低下します。

放牧期間中連続放牧した時は1.5頭/haで最大DM・T D N 摂取量 (kg/10a) に達したので、これを超える密度での春～秋の放牧は雌牛の養分摂取不足となり、過放牧になる可能性があります。このことから無施肥の春～秋連続放牧の適正放牧密度 (圧) は0.5～1.5頭/haです。

表3. 放牧密度・放牧期別の牧養力 (CD /ha)

放牧期	4～5月	6～7月	8～9月	10～11月	
放牧日数	(44)	(61)	(61)	(61)	計
放牧密度	CD (頭・日) /ha				
0.5頭/ha	37	52	37	22	148
1.0頭/ha	74	87	54	31	246
1.5頭/ha	108	99	50	-	257
平均	73	79	47	26	225

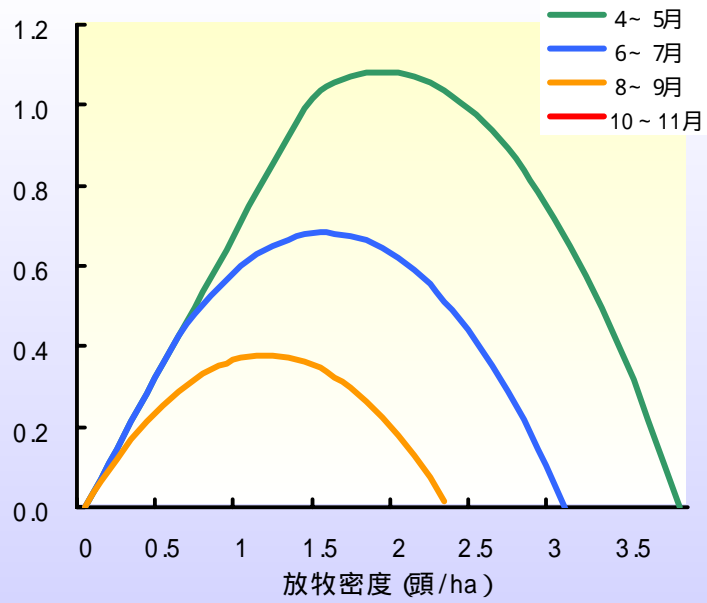


図 4. 放牧密度別の10aあたりのTDN摂取量
 $[\text{放牧密度 (頭/ha)} \times \text{TDN摂取量 (kg/頭/日)} \div 10]$

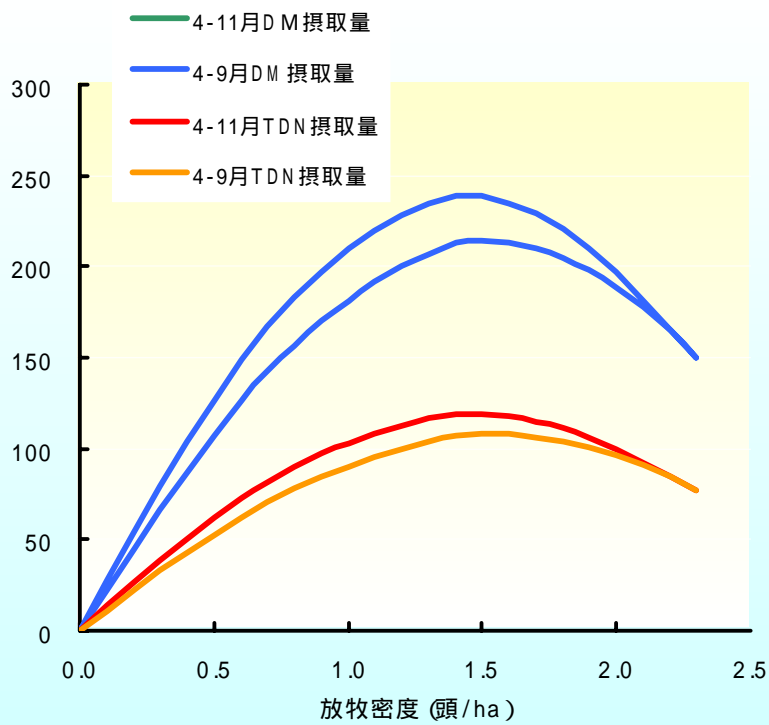


図 5. 放牧期間中の放牧密度別10aあたりのDM・TDN摂取量 (kg)の推定



6. シバ草地のみで飼養可能な雌牛の栄養水準



ここがポイント シバ草地は雌牛の妊娠末期水準のTDN (= 4.9kg/頭/日) を供給します。他の養分では、CPとCaが授乳期水準、Pが維持期水準、密度別では0.5~1.0頭/haが授乳期水準、1.0~1.5頭/haが妊娠末期水準の養分供給を可能にします。

【解説】

放牧前の栄養管理を計画する際、適正放牧密度(圧)0.5~1.5頭/haにおいてシバ草地で飼えるウシの「飼養判定」を表4で検討できます。

密度・養分別の「飼養判定」は、「<授乳期」が全栄養期、「<妊娠末期」が維持・妊娠末期、「維持期」が維持期のウシをシバ草地のみで飼える目安とします。シバ草地からの各摂取量に対し、TDNは要求量の80~100%、CP、Ca、Pは要求量の100%前後で充足するウシの栄養期に基づいて判定しています。

ここでTDN充足率を80~100%と設定したのは、雌牛はTDN要求量に対し、60~70%の摂取量でも子牛の生時体重や発育に影響をほとんど認めないとする多くの成績があり、比較的low栄養でも飼えると判断したからです。シバ草地からのTDN摂取量は、放牧末期に体重が入牧時体重に比べおよそ10%(50kg)の低下を見込む、入牧時体重に対しおよそ-10~15%の体重変動を示す平均値です。

表4によると、0.5~1.5頭/haにおいて、TDNを基準に総合飼養判定すると、シバ草地は妊娠末期水準(4.9kgTDN/頭/日)の養分供給を有すると結論できます。他の養分では、CPとCaが授乳期水準、Pが維持期水準、密度別ではTDNを基準に0.5~1.0頭/haが授乳期水準、1.0~1.5頭/haが妊娠末期水準のウシが飼養可能と判定します。



【Q7】表4のTDNの「飼養判定」をTDN充足率80~100%と低めに設定して判定した理由をもう少し詳しく説明して下さい。

【A】肥育牛や育成牛は増体しない飼いは困りますが、繁殖雌牛はエネルギーが不足して、体重が減ることは、子牛生産に支障がなければある程度許容できると判断したからです。子牛の正常な分娩や発育、親雌牛の発情などの繁殖機能に悪影響を及ぼさない下限TDNはその要求量に対し妊娠末期は70%、授乳期は60%と指摘されています。しかも7.5か月の比較的長期でこのレベルのlow栄養で飼っても分娩や繁殖機能に影響がなかったという成績があります。

また一般に妊娠中の胎子や胎盤への栄養供給は、骨、筋肉、脂肪への栄養供給より優先度が高く、low栄養でも胎子の発育は阻害されないといわれています。

表4 .放牧密度別のシバ草地からの平均摂取量と草地のみで飼養可能なウシ栄養期判定の指針

放牧密度 (放牧期間)	平均摂取量 (/日/頭)	TDN(kg)	CP(kg)	Ca(g)	P(g)
0.5頭/ha (4~11月) (227日)	シバ草地からの 摂取量	5.5	1.1	33	18
	飼養判定 ¹⁾	<授乳期	<授乳期	<授乳期	維持期
1.0頭/ha (4~9月) (166日)	シバ草地からの 摂取量	5.4	1.1	32	20
	飼養判定	<授乳期	<授乳期	<授乳期	<妊娠末期
1.0頭/ha (4~11月) (227日)	シバ草地からの 摂取量	4.5	0.9	27	16
	飼養判定	<妊娠末期	<授乳期	<授乳期	維持期
1.5頭/ha (4~9月) (166日)	シバ草地からの 摂取量	4.3	0.9	25	16
	飼養判定	<妊娠末期	<授乳期	<授乳期	維持期
平均	シバ草地からの 摂取量	4.9	1.0	29	18
	総合飼養判定	<妊娠末期	<授乳期	<授乳期	維持期
要求量 ²⁾ (/日/頭)		TDN(kg)	CP(kg)	Ca(g)	P(g)
維持		4.2 ³⁾	0.5	15	16
妊娠末期		5.1	0.7	29	20
授乳(平均)		6.1	1.0	28	22
授乳(範囲)		5.5~6.7	0.8~1.1	24~32	20~24

¹⁾「<授乳期」は全栄養期、「<妊娠末期」は維持・妊娠末期、「維持期」は維持期のウシがシバ草地のみでおよそ飼養可能なことを示す。要求量に対しTDN80~100%、CP、Ca、P100%前後で判定。

²⁾日本飼養標準肉用牛(2000年版)に基づき、500kg体重の成雌牛の要求量。

³⁾=3.27kg×1.3(放牧時増加係数)





7. 放牧密度・放牧期別の雌牛の養分過不足量



ここがポイント 放牧密度、放牧期、ウシ栄養期別に養分過不足量をクロス表で示します。1日1頭あたりの雌牛の養分不足量は授乳期>妊娠末期>維持期、の順であり、高密度または放牧経過に伴い増加します。またTDNとPは、CPとCaに比べ不足の程度が大きい傾向にあります。

【解説】

表4 (p.16)の適正な放牧密度0.5~1.5頭/haのいずれかで放牧が決定したら、放牧後にどのように養分過不足量となるかを放牧期別に表5~7 (p.19~21)で確認できます。皆さんはこの表をみながら、放牧牛の栄養状態をモニタリングして、補給や退牧の判断材料にして下さい。

表5~7によると、雌牛の養分摂取量は、密度が高まるにつれ低下し、放牧期が進むにつれ、次第に減る傾向を示します。また養分不足量は授乳期>妊娠末期>維持期、の順となります。さらにTDNとPは、CPとCaに比べ不足の程度が大きくなります。

4~5月の放牧初期の摂取量が最も高い理由は、5月のシバ及び他の野草の生産量が他の月に比べ最も高く、栄養価も高いことや、ふん尿による不食草地が冬期間の休牧により生育旺盛な採食草地となる時期であること、さらに、家畜側の条件として、放牧前歴のある経産牛であるため、放牧未経験牛でみられるような入牧後の摂取量低下がなかった点も考えられます。

0.5頭/haは、10~11月の放牧末期でTDNとPの不足傾向を認めましたが、4~11月平均では雌牛の全栄養期でほぼ養分充足します(表5:p.19)。1.0頭/haは、8~11月でTDNとPの不足傾向を認めましたが、4~9月平均では全栄養期でほぼ養分充足し、4~11月平均では維持・妊娠末期でほぼ養分充足します(表6:p.20)。1.5頭/haは、6~11月で養分不足を認めましたが、4~9月平均では維持・妊娠末期でほぼ養分充足します(表7:p.21)。

放牧牛への補給は基本的に精密な栄養管理が可能となりますが、補給作業による多労化や補給飼料経費の負担は、できれば避けるべきであり、ウシの生理、栄養状態をある程度維持しながら、放牧という低コストで省力性を活かす飼養管理技術の確立が必要です。また補給により、放牧食草の低下という栄養摂取特性、不食地率の増加、補給場近くに集まりやすくなって草地の全面利用の障害も考慮すべきです。表5~7に基づく判断として、放牧後期に補給が必要と判断された時に、退牧させてその後不足しやすいTDNやPといった栄養素を補給する選択も、繁殖雌牛の連産性や生涯生産性の向上に効果があると考えます。

本節では4月中旬に入牧した雌牛が補給なしに放牧可能な期間を、雌牛のTDNに基づく栄養レベルや体重の動き、子牛の発育性などから、次のように判断しました。0.5頭/haの場合、維持・妊娠末期牛が11月まで、授乳牛が10月まで、1.0頭/haの場合、維持牛が11月まで、妊娠末期牛が10月まで、授乳牛が9月まで、1.5頭/haの場合、維持牛が9月まで、妊娠末期牛が8月まで、授乳牛が6月までです。

但し、退牧後にエネルギー（TDN）価とP含量の高い飼料を補給した方がよいでしょう。



【Q8】第7節で補給が不要な放牧期間を密度別に述べていますが、その判定基準を説明して下さい。

【A】次の5つから総合的に判定しています。 養分のうちTDNを判断基準とする（表5～7：p.19～21）、 放牧期間中の雌牛の平均TDN過不足量が正の数値である（表5～7）、 放牧末期のTDN充足率がおよそ50%以上（表5～7）、 体重が入牧時の90%を下回らない（図2：p.10）、 子牛が正常な発育増体を示す（図6：p.26）。ここで のTDN充足率50%以上は、繁殖に悪影響を及ぼさない許容限界60～70%より低いですが、放牧末期の比較的短期間である点などを考慮して設定しました。



写真5 . 休息中の牛群

子牛の食草は1か月齢あたりから観察されるようになる。

表5.放牧密度0.5頭/haにおける雌牛の放牧期別養分摂取量と栄養期別過不足量¹⁾の指針

養分項目	放牧期 ²⁾	平均養分摂取量 ³⁾ (/頭/日)	栄養期別過不足量(/頭/日) ⁴⁾ (=平均養分摂取量-養分要求量 ⁵⁾)		
			維持期	妊娠末期	授乳期 (範囲)
TDN(kg)	4~5月 ⁶⁾	7.1	2.9	2.0	1.0 (0.4~1.6)
	6~7月	7.1	2.9	2.0	1.0 (0.4~1.6)
	8~9月	5.1	0.9	0.0	-1.0 (-1.6~-0.4)
	10~11月	3.0	-1.2	-2.1	-3.1 (-3.7~-2.5)
	4~11月平均	5.5	1.3	0.4	-0.6 (-1.2~0.0)
	4~9月平均	6.4	2.2	1.3	0.3 (-0.3~0.9)
CP(kg)	4~5月	1.5	1.0	0.8	0.5 (0.4~0.7)
	6~7月	1.4	0.8	0.7	0.5 (0.3~0.5)
	8~9月	1.1	0.6	0.4	0.2 (0.0~0.3)
	10~11月	0.7	0.1	0.0	-0.3 (-0.4~-0.2)
	4~11月平均	1.1	0.6	0.4	0.2 (0.0~0.3)
	4~9月平均	1.3	0.8	0.6	0.3 (0.2~0.5)
Ca(g)	4~5月	38	23	9	10 (6~14)
	6~7月	39	24	10	11 (7~15)
	8~9月	36	21	7	8 (4~12)
	10~11月	22	7	-7	-6 (-10~-2)
	4~11月平均	33	18	4	5 (1~9)
	4~9月平均	38	23	9	10 (6~14)
P(g)	4~5月	29	13	9	7 (5~9)
	6~7月	26	10	6	4 (2~6)
	8~9月	14	-2	-6	-8 (-10~-6)
	10~11月	7	-9	-13	-15 (-17~-13)
	4~11月平均	18	2	-2	-4 (-6~-2)
	4~9月平均	23	7	3	1 (-1~3)

¹⁾中国四国地方における無施肥のシバ草地連続放牧で適用可。

²⁾各放牧期の平均草高 (cm) は4~5月が6.1、6~7月が6.7、8~9月が7.2、10~11月が4.3。

³⁾平均TDNを求めた標本数は4~5月が6、それ以外が8。但しTDNが7.1kgを超えたものはこれを上限値とする。

⁴⁾負の数値は不足量(オレンジ部分)、正の数値は蓄積量。

⁵⁾日本飼養標準 肉用牛 (2000年版)に基づき、体重500kgの繁殖雌牛について、TDN要求量は維持期4.2kg、妊娠末期5.1kg、授乳期6.1kg(5.5~6.7kg)として計算。CP要求量は維持0.52kg、妊娠末期0.70kg、授乳時0.96kg(0.82~1.10kg)として計算。Ca要求量は維持15g、妊娠末期29g、授乳時28g(24~32g)として計算。

P要求量は維持16g、妊娠末期20g、授乳時22g(20~24g)として計算。

⁶⁾4月中旬~5月とする。

表6.放牧密度1.0頭/haにおける雌牛の放牧期別養分摂取量と栄養期別過不足量¹⁾の指針

養分項目	放牧期 ²⁾	平均養分摂取量 ³⁾ (/頭/日)	栄養期別過不足量(/頭/日) ⁴⁾ (=平均養分摂取量-養分要求量 ⁵⁾)		
			維持期	妊娠末期	授乳期 (範囲)
TDN(kg)	4~5月 ⁶⁾	7.1	2.9	2.0	1.0 (0.4~1.6)
	6~7月	6.0	1.8	0.9	-0.1 (-0.7~0.5)
	8~9月	3.7	-0.5	-1.4	-2.4 (-3.0~-1.8)
	10~11月	2.1	-2.1	-3.0	-4.0 (-4.6~-3.4)
	4~11月平均	4.5	0.3	-0.6	-1.6 (-2.2~-1.0)
	4~9月平均	5.4	1.2	0.3	-0.7 (-1.3~-0.1)
CP(kg)	4~5月	1.5	1.0	0.8	0.5 (0.4~0.7)
	6~7月	1.1	0.6	0.4	0.2 (0.0~0.3)
	8~9月	0.8	0.3	0.1	-0.2 (-0.3~0.0)
	10~11月	0.5	-0.1	-0.2	-0.5 (-0.6~-0.4)
	4~11月平均	0.9	0.4	0.2	0.0 (-0.2~0.1)
	4~9月平均	1.1	0.6	0.4	0.1 (0.0~0.3)
Ca(g)	4~5月	38	23	9	10 (6~14)
	6~7月	33	18	4	5 (1~9)
	8~9月	26	11	-3	-2 (-6~2)
	10~11月	16	1	-13	-12 (-16~-8)
	4~11月平均	27	12	-2	-1 (-5~3)
	4~9月平均	32	17	3	4 (0~8)
P(g)	4~5月	29	13	9	7 (5~9)
	6~7月	22	6	2	0 (-2~2)
	8~9月	10	-6	-10	-12 (-14~-10)
	10~11月	5	-11	-15	-17 (-19~-15)
	4~11月平均	16	0	-4	-6 (-8~-4)
	4~9月平均	20	4	0	-2 (-4~0)

^{1),4),5),6)}表5と同じ。

²⁾各放牧期の平均草高 (cm) は4~5月が5.7、6~7月が6.9、8~9月が5.5、10~11月が3.0。

³⁾平均TDNを求めた標本数は4~5月が12、それ以外が16。但しTDNが7.1kgを超えたものはこれを上限値とする。

表7.放牧密度1.5頭/haにおける雌牛の放牧期別養分摂取量と栄養期別過不足量¹⁾の指針

養分項目	放牧期 ²⁾	平均養分摂取量 ³⁾ (/頭/日)	栄養期別過不足量(/頭/日) ⁴⁾ (= 平均養分摂取量 - 養分要求量 ⁵⁾)		
			維持期	妊娠末期	授乳期 (範囲)
TDN(kg)	4~5月 ⁶⁾	6.8	2.6	1.7	0.7 (0.1~1.3)
	6~7月	4.6	0.4	-0.5	-1.5 (-2.1~-0.9)
	8~9月	2.3	-1.9	-2.8	-3.8 (-4.4~-3.2)
	10~11月	1.2	-3.0	-3.9	-4.9 (-5.5~-4.3)
	4~11月平均	3.5	-0.7	-1.6	-2.6 (-3.2~-2.0)
	4~9月平均	4.3	0.1	-0.8	-1.8 (-2.4~-1.2)
CP(kg)	4~5月	1.4	0.9	0.7	0.5 (0.3~0.6)
	6~7月	0.9	0.4	0.2	-0.1 (-0.2~0.0)
	8~9月	0.5	0.0	-0.2	-0.5 (-0.6~-0.4)
	10~11月	0.3	-0.3	-0.4	-0.7 (-0.9~-0.6)
	4~11月平均	0.7	0.2	0.0	-0.2 (-0.4~-0.1)
	4~9月平均	0.9	0.4	0.2	-0.1 (-0.2~0.1)
Ca(g)	4~5月	36	21	7	8 (4~12)
	6~7月	25	10	-4	-3 (-7~1)
	8~9月	16	1	-13	-12 (-16~-8)
	10~11月	9	-6	-20	-19 (-24~-15)
	4~11月平均	21	6	-8	-7 (-11~-3)
	4~9月平均	25	10	-4	-3 (-7~1)
P(g)	4~5月	28	12	8	6 (4~8)
	6~7月	17	1	-3	-5 (-7~-3)
	8~9月	7	-9	-13	-15 (-17~-13)
	10~11月	3	-13	-17	-19 (-21~-17)
	4~11月平均	12	-4	-8	-10 (-12~-8)
	4~9月平均	16	0	-4	-6 (-8~-4)

^{1),4),5),6)}表5と同じ。

²⁾各放牧期の平均草高 (cm) は4~5月が4.7、6~7月が5.0、8~9月が4.3。

³⁾平均TDNを求めた標本数は4~5月が18、それ以外が24。但しTDNが7.1kgを超えたものはこれを上限値とする。



8 . 草高による T D N 不足と退牧の判定



ここがポイント 体重が入牧時より低下する T D N 不足の目安となるシバ草高はおよそ 5 cm です。退牧の目安は、放牧末期の T D N 不足を容認して、およそ授乳牛 5 cm、妊娠末期牛 4 cm、維持牛は 3 cm です。

【解説】

表 5 ~ 7 (p.19 ~ 21) は、年平均気温 15 前後、同降水量 1700mm 前後 (1439 ~ 2248mm) での計測値に基づくので、この気候区に概略該当する中国四国地方におけるシバ草地放牧の過不足量の指針として活用が期待されますが、この地方での実用過程で訂正を要するのが妥当な場合 (たとえば高標高地などシバの生産力が大きく異なる場合など) や他の地方では、栄養不足や退牧の目安として、放牧圧を表す放牧時のシバ草高 (生育・採食状態での地際からの高さ) で判定するのが実用的です。

表 8 (p.23) から、シバが 1 cm 短くなると、個体あたりの T D N 摂取量が 1.2kg 減ります。T D N 不足を起こすシバ草高は、維持牛で 4.4cm 以下、妊娠末期牛で 5.1cm 以下、授乳牛で 6.0cm 以下ですので、およそ 5 cm が T D N 不足の目安です。退牧の目安は、その時のウシ各栄養期の T D N 充足率を 70% で判定すると、維持期 3.4cm、妊娠末期 3.9cm、授乳期 4.5cm となりますので、およそ維持牛 3 cm、妊娠末期牛 4 cm、授乳牛 5 cm と推定します。



表 8 . TDN過不足量とウシ栄養期別のシバ草高の指針

TDN過不足量 (kg)	維持期		妊娠末期		授乳期	
	シバ草高 ¹⁾ (cm)	TDN充足率 ²⁾ (%)	シバ草高 (cm)	TDN充足率 (%)	シバ草高 (cm)	TDN充足率 (%)
1.2	5.4	129	6.1	124	6.9	120
1.0	5.2	124	6.0	120	6.8	116
0.8	5.0	119	5.8	116	6.6	113
0.6	4.9	114	5.6	112	6.4	110
0.4	4.7	110	5.5	108	6.3	107
0.2	4.6	105	5.3	104	6.1	103
0.0	4.4	100	5.1	100	6.0	100
-0.2	4.2	95	5.0	96	5.8	97
-0.4	4.1	90	4.8	92	5.6	93
-0.6	3.9	86	4.6	88	5.5	90
-0.8	3.7	81	4.5	84	5.3	87
-1.0	3.6	76	4.3	80	5.1	84
-1.2	3.4	71	4.1	76	5.0	80
-1.4	3.2	67	4.0	73	4.8	77
-1.6	3.1	62	3.8	69	4.6	74
-1.8	2.9	57	3.7	65	4.5	70
-2.0	2.8	52	3.5	61	4.3	67
-2.2	2.6	48	3.3	57	4.1	64
-2.4	2.4	43	3.2	53	4.0	61

¹⁾シバ草高 (x) に対するTDN過不足量 (y) の回帰式 (維持期 : $y=1.22x-5.36$ 、妊娠末期 : $y=1.22x-6.26$ 、授乳期 : $y=1.22x-7.26$) から逆推定して算出。

²⁾TDN要求量 (kg/頭/日) は、維持期4.2、妊娠末期5.1、授乳期6.1で計算。





9 . 放牧の強さ



ここがポイント 4～11月の10aあたりの生産量に対する摂取量の割合を示す摂取利用率は、0.5頭/haで34%、1.0頭/haで56%、1.5頭/haで最大となり64%です。同じく4～9月の摂取利用率は、0.5頭/haで30%、1.0頭/haで50%、1.5頭/haで最大となり60%です。

【解説】

摂取利用率（放牧利用率）とは、生産された放牧草がどの程度採食したかを示し、放牧の強さを意味します。4～11月で求めるとDM生産量372kg/10a（表2:p.7）に対するDM摂取量（図5:p.14）の割合は、0.5頭/haで34%、1.0頭/haで56%、1.5頭/haで最大となり64%となります（表9）。同様に4～9月で求めると、0.5頭/haで30%、1.0頭/haで50%、1.5頭/haで最大となり60%となります。TDNで計算しても同じ利用率を示しました。

このように密度が高まるほど、放牧期間が長くなるほど、摂取利用率は高くなります。個体の摂取量の充足率のほか、不食植物の侵入・増加の抑制によるシバ植生の維持、希少種や環境の保全などの点を考慮して、それぞれ目的に応じて好適な摂取利用率となる密度と放牧期間を決めることが大切です。

表 9. 放牧期間・密度別の摂取利用率 (%)

放牧期間	放牧密度 (頭/ha)	0.5	1.0	1.5	
4～11月	摂取量 (kg/10a)				生産量 (kg/10a)
	DM	127	209	239	372
	TDN	62	103	119	185
	摂取利用率 (摂取量/生産量)(%)				
	DM・TDN	34	56	64	
4～9月	摂取量 (kg/10a)				生産量 (kg/10a)
	DM	107	181	215	359
	TDN	53	90	108	179
	摂取利用率 (摂取量/生産量)(%)				
	DM・TDN	30	50	60	



10. 子牛の発育



ここがポイント 子牛の体重は正常発育曲線を上回り、0.5～1.0頭/haであれば特に別飼いの必要はありません。

【解説】

子牛の体重と体高の推移を、全国和牛登録協会（2004年）による正常発育曲線の平均値とともに、出生を前期（5～8月中旬：印系）と後期（8月下旬～10月：印系）の子牛に分けて図6に示します。

体重は、0.5頭/haの前期子牛が6か月齢（10月中旬）まで、1.0頭/haの前期子牛が5.5か月齢（10月初旬）まで正常値を上回りましたが、それ以降に停滞して正常値を下回りました。それ以外の子牛は放牧期間中正常値をほぼ上回ります。子牛全頭のD G（平均±標準偏差）は、雄牛で0.85kg±0.15、雌牛で0.76kg±0.12でした。体高は、0.5頭/haと1.0頭/haが4か月齢（8月中旬）まで正常値をやや上回って推移し、それ以降に下回りました。それ以外の子牛は放牧期間中正常値をほぼ上回りました。

子牛の別飼い（クリープフィーディング）の必要性は、放牧による子牛の発育の遅れから検討されていて、放牧ほ乳子牛の日増体重0.40～0.72kgに対し、別飼いは0.62～0.88kgと増体効果が指摘されています。試験に使ったシバ草地放牧での子牛の平均D Gは、雄牛で0.85kg、雌牛で0.76kgと、正常値以上の傾向を示し（図6）栄養補給面からの別飼いの必要性は認めませんでした。

ただこれは親雌牛の全摂取量（補給を含む）に対するシバ草地からのT D N摂取割合が平均90%で10%が補給に依存した条件下（表11：p.30）の子牛のD G実績値です。

無補給（シバ草地のみ）でも正常値レベルの発育可能性が期待されるかを、図6の成績で判定すれば、授乳時の4～5か月間補給をほとんど必要としなかったNo.1とNo.3の雄子牛の平均D Gは、それぞれ0.85kg、0.98kgであり、少なくとも0.5～1.0頭/haの密度での放牧前期（5～6月）分娩の子牛は、4～5か月間雌牛への補給や別飼いが不要と推察されます。

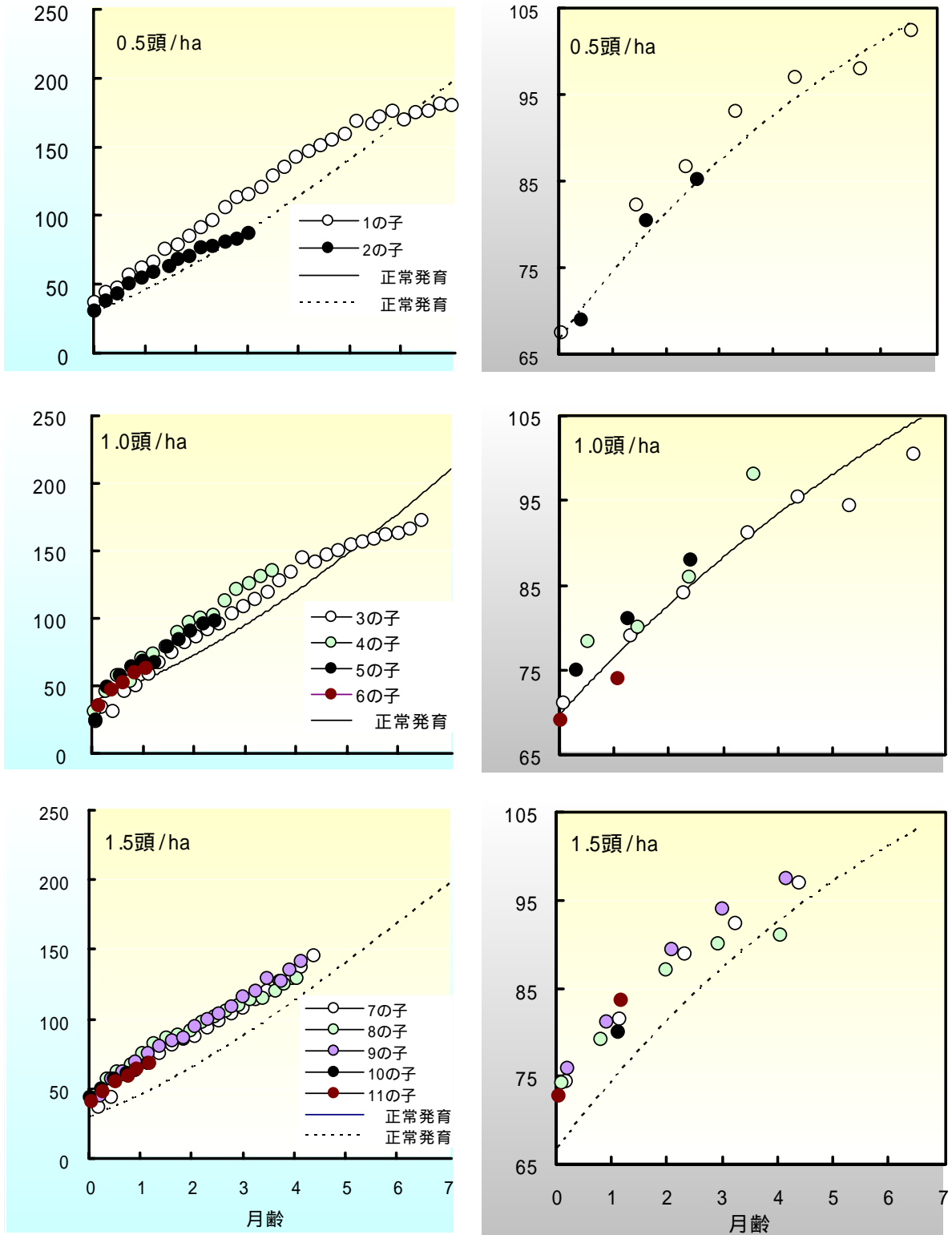


図6. 放牧密度別子牛の体重と体高の動き

注 :1) 出生が前期 (5月～8月中旬)の子牛は 印系、後期 (8月下旬～10月)の子牛は 印系で示す。 2) 正常発育曲線は全国和牛登録協会による推定値。



11. 雌牛と子牛の血液成分診断



ここがポイント 雌牛の血清中NEFAは分娩後に著しく上昇します。ALBとCaは正常値であり、iPは正常値を下回ります。子牛のiPは正常値と一致し、VAは食草が少ないために雌牛より低くなります。

【解説】

雌牛と子牛の血清生化学成分値を表10に示します。この成分値は表11 (p.30) に示す補給量を与えた条件下のデータです。

データのばらつきを示す変動係数 (標準偏差/平均×100) はNEFA (遊離脂肪酸) とBUN (尿素窒素) が28~48%と大きく、iP (無機リン) とVA (ビタミンA) が12~21%と中位、ALB (アルブミン) とCa (カルシウム) が5~11%と小さくなります。

雌牛と子牛の成分平均値比較で、iP (mg/dL) は雌牛の4.7に対し子牛が8.1と高く、VA (IU/dL) は雌牛の93に対し子牛が66と低くなります。NEFA (μEq/L) は雌牛の472に対し子牛が330と低下します。ALB (g/dL) は雌牛の3.4に対し子牛が3.6と高くなりましたが、BUNは両者に違いを認めませんでした。

血清中NEFAは貯蔵脂肪の動員によるエネルギー不足を補う生体反応に関連し、その増加は短期的なエネルギー不足などの指標です。そのため雌牛の変動係数が48%と高くなりました。雌牛の分娩後に著しい上昇を認めます。NEFAは補給のTDN摂取割合が平均10%の条件下での値です (表11:p.30)。

血清中BUNは第一胃内発酵状態を示し、短期間の蛋白質の過剰摂取や、糖、炭水化物といったエネルギー給与不足で増加します。そのため、雌牛のALBの変動係数7%にくらべ28%と大きくなりました。授乳期の長い前期分娩牛 (平均7.5mg/dL) よりも維持・妊娠期の長い後期分娩牛 (同8.8mg/dL) が高い傾向がありますが、雌牛、子牛ともBUNの正常値14 (6~27) mg/dLにくらべ低くなっています。

一方、血清中ALBは長期的な蛋白質不足を反映して減少します。雌牛は密度、補給、ウシの分娩期の影響を受けませんでした。6~8月にBUNとともに低い傾向にあり、この間のシバの低CP含量や暑熱による摂取量不足が推察されます。ALBは正常値3.2 (2.7~3.7) g/dLとほぼ一致し、補給のCP摂取割合が平均5% (表11:p.30) と比較的小さいことから、ALBの一致は、シバ草地のみからのCP摂取量がすべての栄養期のCP要求量を充足する判定 (表4:p.16) の裏付けとなります。

血清中Caは強い液性調節によって恒常性が維持され、正常値が10 (9~12) mg/dLであり、雌牛、子牛ともこの値とほぼ一致しました。Caは補給の摂取割合は0~1%で (表11:p.30) シバ草地放牧のみに由来する血清中Ca値とみなせます。

血清中iPは摂取量に応じて変化するといわれ、正常値は7(3~8)mg/dLです。補給割合が平均10%(表11:p.30)の条件下でも、雌牛の血清中iPは4.7(3.0~8.1)mg/dLであり、P欠乏の指標である4.5mg/dLを下回る場合があります。正常値と比較してもシバの低P含量による低P摂取量を反映しています。

子牛の血清生化学成分は、親雌牛に比べ平均でNEFAとVAが有意に低く、iPが有意に高くなりました。子牛のVAが雌牛より低いのは、カロテン(プロVA)を含むシバなどの食草量が少なく、母乳からのVA供給に依存した結果と考えます。また子牛のiPが雌牛よりも高いのは、一つには子牛が母乳を通して親牛より多くのPを摂取していると考えられます(写真6)。このように子牛は血液性状から成雌牛に比べ栄養状態が良好です。

表10. 成雌牛と子牛の血清生化学成分値¹⁾

成分 (略号) 単位	遊離脂肪酸 ²⁾	尿素窒素 ²⁾	アルブミン ²⁾	カルシウム ²⁾	無機リン ²⁾	ビタミンA	
	(NEFA)	(BUN)	(ALB)	(Ca)	(iP)	(VA)	
	μEq/L	mg/dL	g/dL	mg/dL	mg/dL	IU/dL	
成雌牛 (測定数=86)	平均値	472	8.5	3.4	9.4	4.7	93
	範囲	105~1420	4.0~15.0	2.8~3.9	7.8~10.3	3.0~8.1	54~168
	標準偏差	228	2.4	0.2	0.5	1.0	19
	変動係数(%)	48	28	7	5	21	20
子牛 ³⁾ (測定数=43)	平均値	330	8.5	3.6	10.5	8.1	66
	範囲	118~516	4.0~25.0	2.4~4.2	9.4~12.4	5.5~9.9	43~99
	標準偏差	110	3.6	0.4	0.7	1.0	14
	変動係数(%)	33	42	11	7	12	21
成雌牛と子牛の有意差	あり	なし	あり	あり	あり	あり	

¹⁾本成績は、0.5頭/ha(2002年242日放牧)、1.0頭(2001年227日放牧)、1.5頭(2003年166日放牧)のデータを集計。

²⁾正常値は、遊離脂肪酸200~800、尿素窒素14(6~27)、アルブミン3.2(2.7~3.7)、カルシウム10(9~12)、無機リン7(3~8)。

³⁾放牧地で自然分娩後、子付き放牧で自然ほ乳。



写真6. 乳を飲む子牛

必要な栄養素を母牛から摂取している。



12. 補給量と補給飼料の特性



ここがポイント 体重が入牧時体重よりも低下した時に、配合飼料2.2kg T D N を上限に給与した場合の放牧密度別の平均補給量と、その給与によりウシが摂取した飼料成分を示します。シバ草地放牧ではT D NとPが不足しやすいので、それらが高い含量の飼料を補給します。

【解説】

1週間間隔で体重測定し、体重が入牧時体重よりも低い時に日本飼養標準（肉用牛）を基づいて、2.2kg T D Nを上限に自家配合飼料（D M比でトウモロコシ45%、大麦35%、ふすま15%、大豆粕5%）を給与した時の補給量と飼料成分を表11に示します。

補給飼料成分（% D M）はT D Nが86.9、C Pが12.6、C aが0.03、Pが0.46とシバに比べC a以外の含量が高い構成です。

補給飼料のC P摂取量は0.05kg/頭/日、補給量とシバ草地からの摂取量の合計である全飼料量の平均5%を占め、C P含量を4～11月期で1%（0.2%単位）向上させました。C aはシバ草地からの摂取量で要求量を充足するので、補給飼料で給与する必要はありませんでした。一方、補給飼料のT D N摂取量は0.5kg/頭/日、P摂取量は2g/頭/日、全摂取量の平均10%を占め、4～11月期でT D N含量とP含量をそれぞれ6%（2.9%単位）、20%（0.03%単位）向上させました。

このことからシバが雌牛の養分要求量をまかなえるC PとC aの成分含量を有することを示す一方、シバ草地放牧で補給する場合は、T D NとPの含量が高い飼料構成で行うのが適当であることを示しています。



【Q9】試験で、補給日量の上限を2.2kg T D N（3kg原物）/回/頭としたのは何故ですか。

【A】それは、ウシのルーメン発酵の安定を乱さない、それ以上の給与は2回以上の給飼を要し多労となる、補給量増加は放牧草の摂取量を低下させる、上限量はほぼ和牛の授乳量6.2kgのT D N量に相当し、それ以上は維持量分も補給する可能性があり、放牧の意義が少ない、という理由からです。

表11 .放牧密度別の補給量と補給割合、飼料成分及び
補給による成分改善割合の指針

補給量 ¹⁾ と補給割合		TDN (kg)	CP (kg)	Ca (g)	P (g)
補給量 (頭/日)	0.5頭/ha (4~11月)	0.2	0.05	0	1
	1.0頭/ha (4~9月)	0.1	0.00	0	1
	1.0頭/ha (4~11月)	0.6	0.08	0	3
	1.5頭/ha (4~9月)	1.2	0.07	0	3
	平均	0.5	0.05	0	2
補給量/全飼料量 (%)	0.5頭/ha (4~11月)	4	4	0	5
	1.0頭/ha (4~9月)	2	0	0	5
	1.0頭/ha (4~11月)	11	9	1	16
	1.5頭/ha (4~9月)	22	7	1	14
	平均	10	5	0	10
飼料成分 (%DM)		TDN	CP	Ca	P
全飼料 ⁴⁾ (A+B)	シバ ²⁾ (A) (4~11月)	48.7	10.2	0.31	0.16
	シバ(A) (4~9月)	49.7	10.2	0.29	0.18
	補給飼料 ³⁾ (B)	86.9	12.6	0.03	0.46
	0.5頭/ha (4~11月)	50.0	10.3	0.31	0.18
	1.0頭/ha (4~9月)	50.4	10.2	0.29	0.19
	1.0頭/ha (4~11月)	53.1	10.4	0.31	0.21
	1.5頭/ha (4~9月)	57.9	10.4	0.29	0.22
	平均 (4~11月)	51.6	10.4	0.31	0.19
	平均 (4~9月)	54.1	10.3	0.29	0.21
補給による成分の改善割合		TDN	CP	Ca	P
平均/シバ (4~11月) (%)		106	101	100	120
平均 - シバ (4~11月) (%単位)		2.9	0.2	0.00	0.03
平均/シバ (4~9月) (%)		109	101	100	114
平均 - シバ (4~9月) (%単位)		4.4	0.1	0.00	0.03

¹⁾体重減少時に日本飼養標準 肉用牛 (2000年版)に基づき2.2kg TDNを上限に給与。

²⁾厳密にはシバ主体草であるが、採食されたシバの平均養分含量 (表1 p.6)で示す。

³⁾DM比でトウモロコシ45%、大麦35%、ふすま15%、大豆粕5%の自家配合飼料。

⁴⁾シバ草地からの摂取量と補給量の合計量の飼料成分。



13. 雌牛への補給の実際



ここがポイント 補給は放牧密度が高まるにつれて、また放牧後期に多くなります。補給が毎日連続すると、ウシは補給場周辺に集結し、誘導がほとんど不要となります。補給は少量でも音響誘導でき、子牛も多くは雌牛に同伴しますが、分娩前後のウシは茂みに隠れて補給に応じない場合があります。

【解説】

放牧試験での補給は6基の自動ロック連動スタンションのある補給場へ、手振り鐘で音響誘導しました(写真7:P.33)。全頭のウシのうち1頭でも補給が必要な場合は、全頭を集畜させました。まず報酬として全頭の飼槽箱に100gを給与し、全頭が誘導されスタンションに保定された後、補給が必要な牛に所定量を給与しました。飼槽間は盗食防止板が設置されています。

密度別の補給作業の実際を表12に示します。補給日数、補給量の合計は、1.5頭/ha > 1.0頭/ha > 0.5頭/haの順であり、放牧経過に伴い、誘導時間が短くなり補給量とその採食時間が増加します。放牧末期は上限量である3kg(2.2kgTDN)で補給が続く日が多く、ウシは補給場周辺に集結し、音響誘導がほとんど不要でした。4~5月の補給期は、ヒトがウシを補給場へ誘導する慣らし過程でもあるために、ヒトによる誘導補助率(ヒトの誘導を要した日数÷補給日数)は高くなりました。補給場から集畜前の牛群が視認できる率は、枠場への給飼前集結の事例を含め、平均で0.5頭/haが71%、1.0頭/haが91%、1.5頭/haが79%でした。

ウシの補給場までの誘導時間は、放牧後期の補給時にすでに補給場に集結したため、0~1分が0.5頭/haで47%、1.0頭/haで62%、1.5頭/haで45%と最も多くなりました。

補給時の誘導時の状況を表13に示します。主に放牧後期の補給場への事前集結のために全補給日数284日の56%が音響誘導不要でした。また放牧前期は補給の条件付け過程であり、ヒトによる誘導が多いために284日のうち全頭誘導が5%、特定個体誘導が4%を占めました。誘導できず放牧地に残留した個体は延べ12例あり、7例は補給量が100gのウシであり、5例は分娩前後7日以内のウシでした。親雌牛の補給場への誘導で、補給時の76%がその子牛も同伴し、親牛の補給中、近くで待機しました。

採食時間(分/頭/日)は補給日量(kg原物/頭)の増加とともに長くなり、1kg増あたり3.8分増加しました。上限3kg給与で11.5分でした。平均採食速度は261g原物/分で早く採食します。

表12. シバ草地 (4.4ha)放牧時の補給作業

放牧密度 (頭 /ha)	補給期間	補給日数	補給量 (kg原物) ¹⁾	誘導時間 (分) ¹⁾	採食時間 (分) ¹⁾	誘導補助率 (%) ²⁾	視認率 (%) ³⁾
0.5	5/17 ~ 23	7	1.3	8.6	6.3	86	57
	9/6 ~ 14	9	1.8	4.6	7.0	56	67
	10/4 ~ 10	7	0.8	1.6	3.5	14	71
	10/27 ~ 1	5	1.1	2.3	4.9	0	60
	11/15 ~ 12/15	31	2.6	0.8	11.5	0	77
	平均	12	1.9	2.4	8.7	20	71
	計	59	107 ⁴⁾				
1.0	4/30 ~ 5/2	3	0.5	2.5	4.3	100	100
	5/10 ~ 12	3	0.1	4.0	1.4	67	100
	8/20 ~ 23	4	0.6	5.3	3.6	75	100
	9/11 ~ 10/2	21	1.1	2.7	4.9	19	81
	10/9 ~ 11/30	48	2.6	0.5	10.7	0	94
	平均	16	1.9	1.4	8.1	15	91
	計	79	176 ⁴⁾				
1.5	4/25 ~ 5/22	28	1.5	2.0	6.4	4	82
	6/5 ~ 9/30	118	2.0	1.8	7.5	2	78
	平均	73	1.7	1.9	7.3	2	79
	計	146	269 ⁴⁾				

¹⁾1日 1頭あたり。

²⁾人の誘導を要した日数 ÷ 補給日数 × 100

³⁾補給時給飼場から牛群が視認できた日数 ÷ 補給日数 × 100

⁴⁾放牧期を通して 1頭あたり。

表13. 補給時の誘導集結の状況 (単位 ;日数)

放牧密度 (頭/ha)	0.5	1.0	1.5	計				
音響 (手振り 鐘) | 使用 不要 計 (補給日数)	39	66 ¹⁾	31	39	54	37	124	44
	20	34	48	61	92	63	160	56
	59	100	79	100	146	100	284	100
ウシによる | 自律誘導 (集結) ヒトによる | 全頭誘導 特定個体誘導 計 (補給日数)	47	80	67	85	145	99	259	91
	9	15	5	6	0	0	14	5
	3	5	7	9	2	1	12	4
	59	100	79	100	146	100	284	100
子牛同伴 | 有り 一部無し 無し 計 (補給時子牛在牧日数)	41	73	68	93	77	66	186	76
	4	7	3	4	1	1	8	3
	11	20	2	3	39	33	52	21
	56	100	73	100	117	100	246	100

¹⁾合計に対する割合 (%)



補給を知らせる手振り鐘と全頭集めるための報酬用のえさ100g。



補給場のスタンションに保定された親雌牛。



手振り鐘に反応して補給場に集まってくる。多くは子牛も同伴。



親雌牛が採食中に子牛は近くで待機。



個体により給与量が異なるので、盗食防止板を設置。

写真7 . 補給の実際

研究担当者及び取りまとめ執筆者

近畿中国四国農業研究センター畜産草地部 栄養生理研究室

早坂貴代史・安藤 貞・西口靖彦

このマニュアルの入手希望・内容等に対するお問い合わせは、近畿中国四国農業研究センター畜産草地部栄養生理研究室または執筆者代表の早坂までご連絡下さい。

〒 694-0013 島根県大田市川合町吉永 60 番地

TEL : (0 8 5 4) 8 2 - 1 6 9 0 (直通)

FAX : (0 8 5 4) 8 2 - 2 2 8 0

E メール : hayasaka@affrc.go.jp (早坂)

栄養生理研ホームページ : <http://www.anim.affrc.go.jp/eiyo/index.html>

このマニュアルは、下記の近畿中国四国農業研究センターのホームページのトップページにある「技術情報」からPDF版をダウンロードできます。

近畿中国四国農業研究センター : <http://wenarc.naro.affrc.go.jp/top.html>

