11 飼料設計のポイントについて教えて

Q１ 乾物摂取量って何？

乾草、サイレージ、ビートパルプ、配合飼料など様々な飼料が乳牛に与えられています。これらの飼料に含まれる水分は、飼料によってまちまちです。

乾物摂取量（Dry Matter Intake；DMI）とは、飼料に含まれる水分を除いたもの＝乾物（タンパク、繊維、糖、デンプン、脂肪など）を食べた量のことをいい、飼料設計を行う上で非常に重要になります。

日本飼養標準・乳牛（1999年度版）では、泌乳牛の乾物摂取量（DMI）は次のように求めます。

乾物摂取量（DMI）＝2.98120＋0.00905×体重＋0.41055×４%脂肪補正乳量※注

※注：４%脂肪補正乳量（FCM）＝（15×乳脂肪(%)÷100＋0.4）×乳量

（例）体重650kg、乳脂肪3.7%、乳量35kgの牛では

４%脂肪補正乳量（FCM）＝（15×3.7÷100＋0.4）×35　＝33.4kg

乾物摂取量（DMI）　＝2.98120＋0.00905×650＋0.41055×33.4

＝2.98120＋　5.8825　＋13.71237　＝22.6kg

もちろんこの数字は栄養要求に基づいたDMIで、給与飼料の品質や気温、飼養環境によってDMIは違ってきます。(図1)

これらの諸要因が1つ、2つ、3つ・・・と乳牛にとって不満足なものが重なっていくと、DMIは低下し、疾病の発生や生産性の低下を招くことになります。

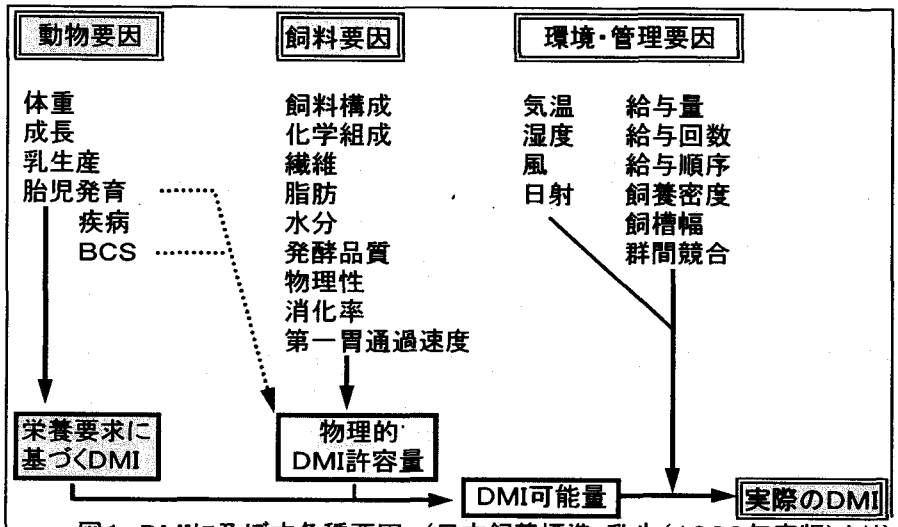


図1 DMIに及ぼす各種要因（日本飼養標準・乳牛(1999年度版)より）

粗飼料の水分に注意！

粗飼料の水分は変化しやすく（特にラップやバンカーサイロの変わったときなど）、設計通りやっているつもりが、実際は乾物摂取量が足りていなかったことも・・・

例 水分の変化によるDMIの差

	水分70%	水分75%
サイレージ	40.0(12.0)	40.0(10.0)
配合飼料	9.0(7.9)	9.0(7.9)
ﾋﾞｰﾄﾊﾟﾙﾌﾟ	2.5(2.2)	2.5(2.2)
合計　kg	51.5(22.1)	51.5(20.1)

（　）は乾物量(kg)

水分をきちんと把握しましょう！

左の例はサイレージの水分を70%として設計したのが、実は75%であった場合の比較です。DMIとして2kgの差があり、これでは設計どおりの乳量は望めませんし、牛の調子は悪くなります。

採食量を観察し、水分が変わったら飼料分析を行い設計を見直すことが必要です。

Q２ サイレージの品質と栄養充足について教えてください

牧草の刈り取り時期、調整方法、草種などによって、できあがったサイレージの品質はかなりばらつきがあります。

ここで仮に、2つのサイレージ（表1）で比較して、乳牛の栄養充足を考えてみましょう。サイレージAは出穂期（適期刈り）でサイレージBの開花期（刈り遅れ）と比べ、TDNと粗タンパクが高く、NDFが低くなります。

NDF含量が高いと消化速度が遅くなり、乳牛のDMIは低下します。

飼料設計モデルを乳牛の体重650kg、乳量35kg、乳脂肪率3.7%とし、簡単に考えるために配合飼料とビートパルプでの設計例を示しました。(表2)

サイレージの品質の差により摂取栄養量に不足がでたり、より多くの配合飼料が必要となり、コストが高くなります。

表1 サイレージの品質比較

サイレージ	A チモシー 出穂期	B チモシー 開花期
乾物率　(%)	30	30
粗タンパク（乾物中%）	12	10
TDN　（乾物中%）	65	58
NDF　（乾物中%）	60	65

表2 サイレージの品質の違いと設計例

		A	B
給与量 kg	サイレージ	35.0	31.0
	乳配１６－７４	11.5	13.0
	ビートパルプ	2.0	2.0
計算結果 %	乾物摂取量充足率	99.1	99.6
	TDN充足率	99.3	97.4
	粗タンパク充足率	98.0	95.3
	NDF／体重	1.3	1.3
	粗飼料:濃厚飼料	51:49	45:55

＊日本飼養標準・乳牛(1999年版)の要求量から算出

Q３ 飼料設計をうまく活用するために、どんなことに注意が必要ですか？

飼料設計の目的は、乳牛の泌乳能力を引き出し、農場の経済性を高めることです（図2)。近年、乳牛の栄養についての研究が進み、新しい考え方が飼料設計に取り入れられています。しかし、あくまでも栄養管理の標準であり、各農場の様々な状況によって結果が変わってきます。大事なことは、牛の示す状態をよく観察し、設計どおりにならなかった問題点を確認し対処していくことです（図3)。

・乳牛の健康
・高生産（乳量、乳質、繁殖）
・自給飼料の産乳への転換
・儲けの拡大
・省力化

図2 飼料設計のゴール

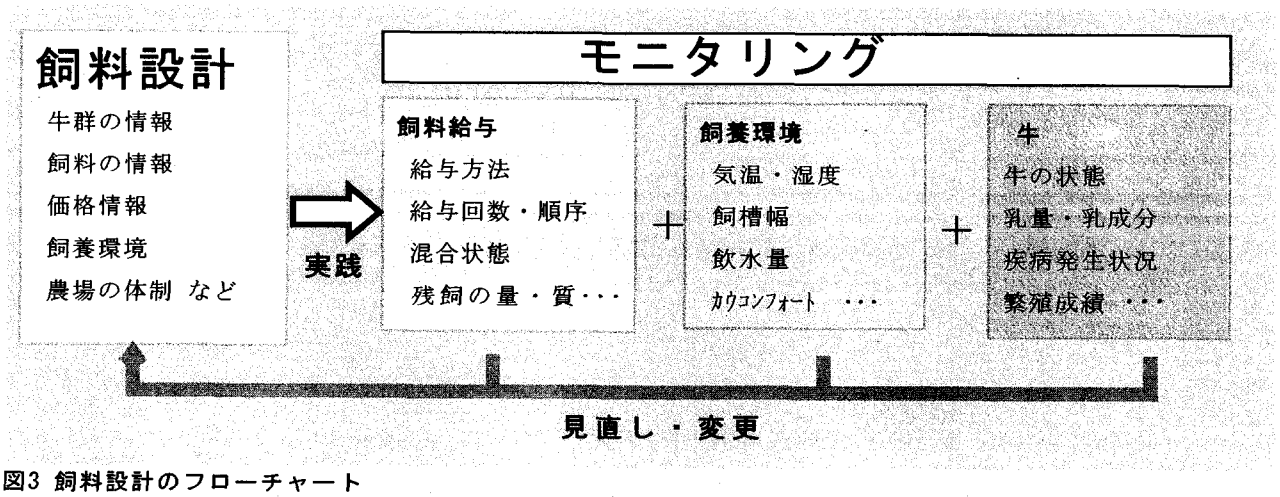


図3 飼料設計のフローチャート

12 牛群改良のポイントについて教えて

Ｑ１ 牛群改良はどのように進めるの？

改良は、牛群検定や後代検定の成績に基づく計画的な交配を進めることと、改良速度を早めることが基本となります。ポイントは、

① 雌牛の遺伝的能力の優劣を把握し、後継候補牛を選抜し低能力牛を淘汰する

② 雌牛の長所を伸ばし、短所を補う遺伝的能力を有する種雄牛を選定交配する

③ 遺伝的能力が高い初産牛産子の積極的な保留によって、改良速度が早まります

また、受精卵移植技術の活用による「遺伝的能力の高い後継候補牛からの産子増殖」や「優れた遺伝的能力の外部導入」を行なうことも、効率的な牛群改良を促進する1つの方法です。

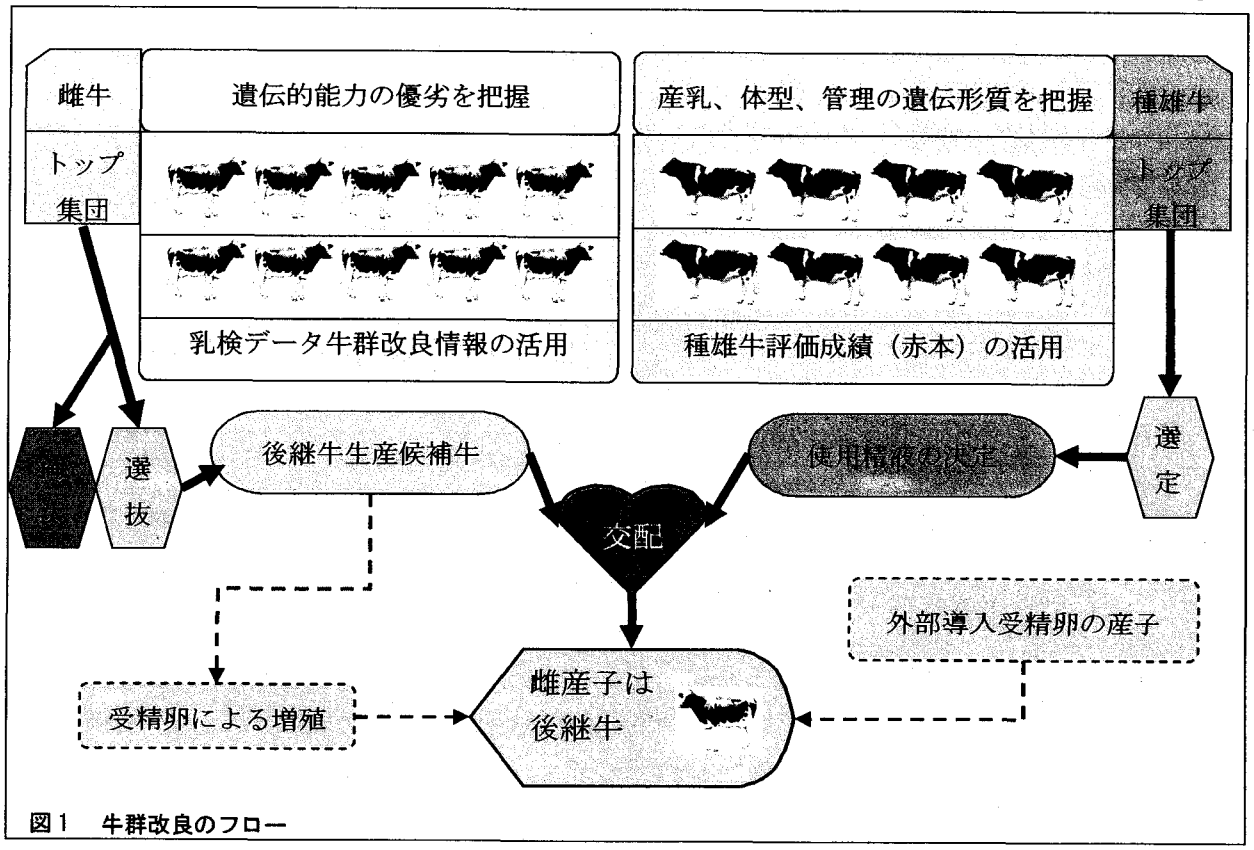


図１ 牛群改良のフロー

Ｑ２ 後継牛を生産する雌牛の選抜は？

年2回(5月、11月)集計される乳検の牛群改良情報では、個々の牛の遺伝的能力を示す推定育種価(EBV)の産乳成分（乳量、乳成分）を10段階で評価しています。

牛群内評価の高い牛は、乳代プラスの改良が期待されます。これを参考に、体型や気質等のEBVを考慮し、後継牛を生産する雌牛を選抜・淘汰しましょう。

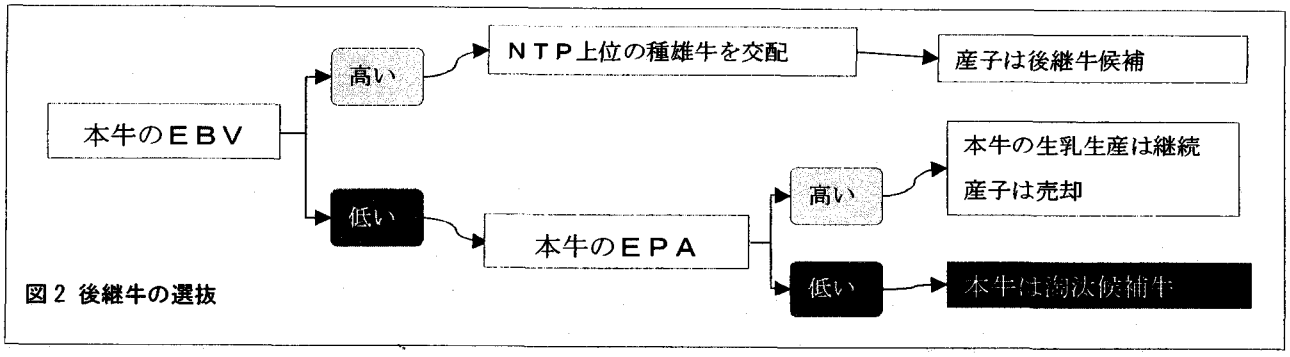


図２ 後継牛の選抜

Q３ 交配する種雄牛の選び方は？

乳用種雄牛評価成績（赤本）では、グラフ表示で各形質のEBVの情報が、分かり易く示されています。(図3)

総合指数(NTP)順位の上位40頭から、後継候補牛の長所を伸ばし、短所を補う種雄牛を選定しましょう。

また、近親交配や遺伝病発症を避けるため、近交係数や遺伝病発症率の情報にも注意が必要です。

> 赤本の評価値は年4回公表されます。
> 最新情報を入手し改良に役立てましょう。

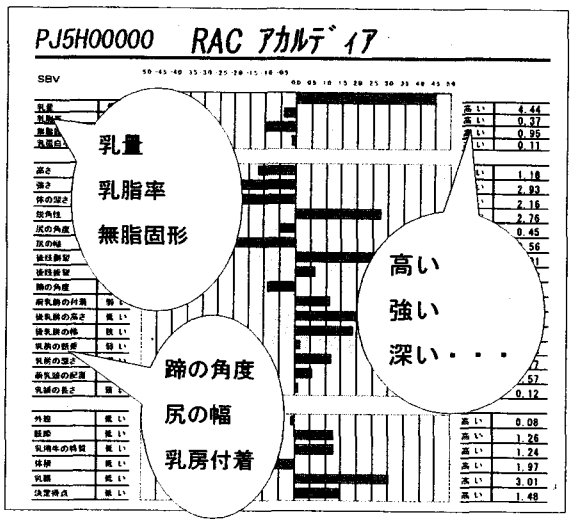


図３ 種雄牛の形質グラフ

Q４ 牛群の改良状況を把握するには？

- 種雄牛の選択状況

乳検牛群情報（毎月）の種雄牛別乳代効果とEBVの表で確認しましょう。(表1)

現在供用中の種雄牛ほど、改良目標としている項目の数値が高くなるはずです。

- 雌牛の改良状況

年2回集計される乳検牛群改良情報の全国パーセント順位で確認しましょう。

項目別 種雄牛成績	乳代効果	EBV			
		乳量	乳脂	蛋白	無脂
供用中	+135433	+863	−0.00	+0.01	+0.00
12ヶ月未満	+114666	+761	−0.05	+0.01	−0.00
未経産	+102555	+710	−0.10	−0.03	−0.02
1産	+90621	+742	−0.07	−0.04	−0.05
2産以上	+84055	+630	−0.15	−0.05	−0.06

表1 乳検情報

供用中が高くなっていますか？

> ＊我が家のトップ集団の全国パーセント順位が低い場合は、改良が遅れています。
> 図１の模式図に沿って計画的な交配を進めることが大切です。

用語説明

推定育種価（EBV：Estimated Breeding Value）

牛が持つ各遺伝的能力をBLUP法アニマルモデルと呼ばれる方法で計算し、推定した指数です。

EBVで評価される項目

泌乳形質・・・（乳量、乳脂量、無脂固形分量、乳蛋白質量）数値が大きいと⇒プラスに改良

管理形質・・・（分娩難易、気質、搾乳性、体細胞）数値が大きいと⇒難産少ない、気質温順、搾乳早い、体細胞数多い

体型形質・・・（乳房や尻など16形質と外貌、体積など得点6形質）　1～9段階で評価、5が中程度

総合指数（NTP：Nippon Total Profit Index）

泌乳形質と体型形質の推定育種価(EBV)に重みづけし、乳量、乳成分、長命連産性の改良が最大となるよう算出した指数です。

理論的にはNTPが高いほど、我国の気候風土に適した経済性の高いバランス良い改良が期待される能力を持つ牛と言うことができます。

推定生産能力（EPA：Estimated Producing Ability）

先天的な能力であるEBVに、育成の影響等後天的に備わった能力を加えた生産能力です。

後継牛候補とならない雌牛の、生産を継続する牛と淘汰する牛を選別する指標となります。

13 サイレージの調製方法について教えて

Q１ サイレージ調製の基本原則を教えて下さい

サイレージ調製の目的は、原料を安全に貯蔵することです。そのため基本原則を守り「早期詰め込み」「早期密封」によって良質サイレージを作りましょう。

１ 細断サイレージの場合

基本原則1 水分調節
- 原料草の水分は70%以下を目安に予乾

基本原則2 細切
- 牧草の切断長は15mm以下にする
- 飼料用トウモロコシの切断長を黄熟期は約10mm、完熟した場合や霜により葉が枯れ上がったものは5mm程度にする
- シャープなカッテイングのため、刃を研磨する

基本原則3 踏圧（鎮圧）
- 踏圧作業の専任者をおいて、ていねいに踏圧する
- 詰め込み作業は、長くスロープをつけて、踏圧の厚みを30cm以下にすると効果が高い
- サイロの間口が狭いと、真ん中部分の踏圧ができないので最低でもトラクターの車輪幅の2倍の間口は必要（図1）

図1 踏圧は念入りに

基本原則4 密封
- 詰め込み後、できるだけ早く密封することが大切です

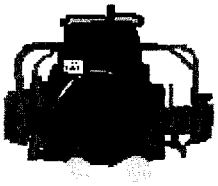
２ ラップサイレージの場合

基本原則1 水分調節
- 原料草は、水分50～60%を目安に予乾

基本原則2 梱包
- ウィンドローの厚さを均一にすることで、形が良く、品質の良いものに巻ける

基本原則3 早期密封
- ベール後は、出来るだけ早く（12時間以内）ラッピングか袋詰めを行う
- 4重巻き（50%重ねで2回巻き）を基準とする

基本原則4 ビニール破損に注意



- ラップ後に運搬する場合は、ビニールの破損に注意し、運搬後に破損個所がないか点検し、見つけたらすぐに補修する
- ダンプやトレーラーの突起に、古毛布や古シートを敷く
- 貯蔵は排水がよい平坦な場所とし、ベールの堆積は3段以内にとどめる。3段積みの場合、下2段は縦積みする
- 防鳥と直射日光対策としてビニールシート（有色）で覆う

Q２ バンカーサイロを開けたいのですが密封後何日くらいで開封して良いでしょうか？

サイレージは表 1のような段階を経て給与の開始ができる安定期を迎えます。条件がよければ15日～25日で安定期に入ります。

表１ 良質サイレージの生成過程

段階	環境条件	変化の主役	物質変化	期　間
1	好気的	植物細胞	炭水化物を消費して炭酸ガス、水、熱を発生	約3日間
2	好気的	好気性細菌	蛋白質や糖を分解し、アミノ酸・酢酸・乳酸等を生成	
3	嫌気的	乳酸菌	乳酸発酵が進む	
4	嫌気的	乳酸菌	乳酸の量が1.0～1.5%に増加、pH4.2以下になって安定	2～3週間

不良サイレージの生成過程

5	嫌気的	酪酸菌	残存している糖、生成した乳酸を分解し酪酸を生成	2～3週間以降

サイレージの取り出し面は、二次発酵を避けるため滑らかに垂直に維持しましょう。

Q３ サイレージ添加物の種類と使用方法を教えて下さい

添加物の利用に際しては使用目的に合う添加物を選択し、原料草に合った添加量を守る（表2）。

表2 添加物の種類・特性と添加量

添加物の種類	添加物の作用	添加物の使用量
ギ　酸 （加酸法）	原料の pH を 4.0 に低下し、不良発酵（酪酸発酵）を抑圧し蛋白質の分解を防ぐ。特に高水分の原料に対して効果が高い。	原料の 0.3 ～ 0.5%
糖　蜜 （糖分添加法）	低糖含量の原料に添加し、乳酸菌を活発化させ乳酸発酵を促進させる。糖含量は草種刈り取り時期、栽培法などによって変化する。	原料の 1 ～ 3 % （倍量の温湯にといて使用する）
乳酸菌 （乳酸菌添加法）	乳酸菌を添加し、乳酸発酵を促進させる。乳酸菌は原料の糖分を栄養源に乳酸を生成してサイレージの pH を下げる。糖含量が少ない原料は乳酸菌が多くても、良質サイレージとならない。	原料の 0.05 ～ 1%
プロピオン酸 （変敗抑制）	開封後の発熱を抑制する。	原料の 0.3 ～ 0.5%

（ 高野　1980）

Q4 牧草サイレージの品質の見分け方を教えて下さい

サイレージの品質は表3に示した化学分析や色沢や香りや触感等で判断します。表4にサイレージの品質の見分け方を示しました。化学分析は飼料分析時にオプションで申し込む必要があります。

表3 良質サイレージの化学分析による評価基準

pH	乳　酸	酢　酸	酪　酸	NH3 — N* / T — N
4.2 以下	1.5 ～ 2.5%	0.5 ～ 0.8%	0.1%以下	8%以下

注）＊印は全窒素中に占めるアンモニア態窒素の割合

表4 サイレージの簡易な品質の見分け方

区　分		等級	色沢	香り	サイレージを給与していると	サイレージを手で触れると	pH	酪酸含量（%）
安全		A	明黄緑色	快い軽い甘酸	牛舎に入り牛が採食するまで分からない	手を洗いたいとは思わない	3.6 ～ 3.8	0
安全		B	黄緑色褐色帯びる	甘酸臭に軽い刺激臭	牛舎に入るとわかる	水で洗うと臭いはとれる	3.9 ～ 4.2	0.1 ～ 0.2
＊危険	注意	C	褐色	強い刺激臭	牛舎前 20 ～ 30m から臭う	お湯で洗う必要がある	4.2 ～ 4.5	0.3 ～ 0.4
＊危険	不向	D	黒褐色	アンモニア臭 腐敗臭	牛舎 100m 前から臭う	お湯と石けんで洗ってやっと臭いがとれる	4.6 以上	0.5 以上

注）＊牛舎作業をして家に帰ると子供達に臭いといわれたら、要注意　　（高野　一部改変）

色沢の色調表

明黄緑色	黄緑色褐色帯びる	褐　色	黒 褐 色

用語説明

NH3-N/T-N：サイレージの乳酸発酵が上手くいかないと、原料草のタンパク質が分解してアンモニアが生成されることから、サイレージの品質判定に指標として使われる。

14 良い草地を永く維持する方法はありますか？

Ｑ１　良い牧草地とはどんな草地を言うのですか？

牛が健康で高い生産性を安定的に維持するためには、良質の粗飼料が重要です。

良い草地とは次の通りです。

①嗜好性が高い

②高い栄養価と豊富なミネラル

③乾物生産量が多く安定的である

図1のようにイネ科牧草とマメ科牧草が高い密度で生育している状態が良い草地と言えます。

悪い草地は、牧草が消えイネ科雑草や広葉雑草・裸地などが目立つ草地です。肥料を散布しても期待した栄養収量が得られなくなります。

「牛が草を食わない」時は草地を疑うことも必要です。

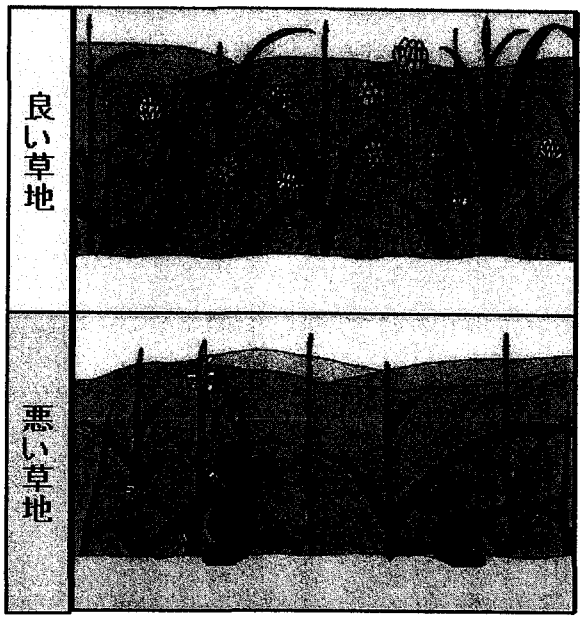


図1 良い草地と悪い草地

Ｑ２　草地を維持させるポイントは何ですか？

１　施肥と刈取り

（１）　植生（マメ科率）にあわせた施肥をしましょう

マメ科牧草の根には根粒菌がついていて適正なマメ科混播草地では根粒菌が空気中の窒素を10kg/10a程度固定します。しかし、根粒菌は窒素成分が多くあると衰えていきマメ科牧草も消失してしまいます。

牧草の施肥標準は表1のとおりであり、マメ科率で大きく肥料成分が変化するため、植生にあった肥料銘柄が必要になります。

表1　チモシー採草地の施肥標準

マメ科区分	マメ科率	チモシー率	年間施肥量（kg/10a）			備考
			[redacted]			
1	30%以上	50%以上	4	10	18	道東火山性土目標収量4.5～5.0t
2	15～30%		6	10	18	
3	5～15%		10	8	18	
4	5%未満	70%以上	16	8	18	

（北海道施肥ガイド2002より作成）

（２）刈取り高さ

チモシーやオーチャードの刈取り高さは、地際から10cm程度で刈取るのが再生と収量から見て有利です。

（３）刈取り時期

牧草の刈取り時期と間隔は永続性に影響があります。また飼料としての価値を考えると刈取り時期は表2のように推奨されます。

表2 牧草刈取り時期

番　草	草　種	刈取り時期
1	イネ科牧草	出穂始～出穂期
2・3	チモシー	刈取り後50～60日
	オーチャード	刈取り後40～45日

（４）茎数を増やす施肥

牧草の茎数を増やすことにより、収量や永続性に期待が高まります。

①チモシーは、萌芽期（早春）の時期と刈取り後早めの施肥が茎数を増やす

②オーチャードは、8月下旬の施肥により分げつ数が増える

（5） 最終刈取り、刈取り危険帯

チモシー、オーチャード、アルファルファ、アカクローバなどの寒地型牧草は、短日条件になると生長を停止して養分を貯蔵して越冬の準備に入ります。最終刈取り危険帯は草種によって注意が必要です。アルファルファは、最終刈取りを9月中旬までとし刈取り高を15cm以上にしましょう。オーチャードは10月上旬～中旬は刈取り危険帯になります。

2 炭カルの追肥は重要です

土壌が酸性化すると、①有毒物質による根の障害②りん酸の肥効の低下③石灰や苦土等の塩基欠乏④土壌微生物の働きの低下等の障害がおきます。また、作物が生育しやすい酸度範囲があるので、牧草の永続性を高めるため酸度矯正の炭カルを施用しましょう。

表3 維持草地の炭カル追肥

pH(H2O)	～5.5	5.5～6.0
炭カル追肥量	0～5cm土層のpHを6.0に改良するのに必要な量	40kg/10a/年（2～3年分を一括施用も可）

Q3 現場から施肥における問題点はありませんか？

表4、表5は別海町8戸93ほ場の施肥の状況と土壌分析値です。

施肥の問題点としては、8戸とも一時期に散布する肥料銘柄は1種類だけであり草地の植生に対する配慮はほとんどみられません。

リン酸重視型の施肥により土壌中のリン酸蓄積が多くなっています。

また、9割以上のほ場で石灰が不足していました。

牧草地の永続性を高めるため炭カルの追肥を行いましょう。

表4 調査農場の施肥量 (kg/10a)

	N	P	K	備考
化学肥料	6.9	13.9	9.7	チモシー植生3施肥標準 N:P:K=10:8:18
自給肥料	3.5	0.1	0.3	
合計	10.3	14.0	9.9	

（H16別海町）

表5 調査農場の土壌分析値 *mg/100g

	pH	有効態リン酸*	交換性カリウム*	交換性苦土*	交換性石灰*
土壌分析値	5.6	88	13	30	130
基準値	5.5～6.5	20～50	9～12	20～30	200～400
判定	適正	減肥可能	適正	適正	不足

（H16別海町）

草地管理台帳

マメ科率の高い草地と低い草地の窒素施肥量にメリハリをつけていますか。糞尿散布も植生を考えて行っていますか。草地の植生を一度悪くしてしまうと回復が困難なことは経験されていると思います。草地を管理するために、記録をつけましょう。システム手帳やパソコンを使いほ場ごとのデータを残し管理を見直しましょう。

草地管理台帳に記帳する項目（例）

①ほ場番号 ②面積 ③造成時記録（a造成年 bは種草種 c土壌改良資材と量）

④本年の記録（Ⅰ植生タイプ Ⅱ収量｛番草ごと｝ Ⅲ化学肥料｛銘柄、施用月日・施用量｝ Ⅳ自給肥料｛種類、施用月日、施用量｝）

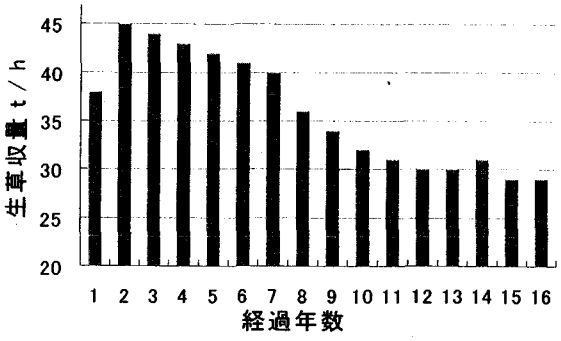
用語説明

マメ科率：混播草地に全体における、アカクローバやシロクローバ、アルファルファ等のマメ科牧草をあわせた冠部被度（見た目の割合）を言います。

15 草地更新を行いたいのですが･･･

Ｑ１ なぜ草地更新が必要なの？

当地での牧草更新率は6%程度にとどまっており、経年化による不良草地の増加が土地生産性を低下させています。造成初期に良好であった草地も、年が経つと生産量が落ちてきます（図1）。



道農政部「牧草生産利用実態調査」

図1 経年変化による収量推移例

草地更新の目安

①収量が少ない

②雑草や裸地割合が30%以上

③栄養価や牛の嗜好性の低下

④pH低下（5.0以下）などの土壌理化学性の悪化

こうなってしまったら･･･更新です。

Ｑ２ 草種・品種の選び方は？

牧草の種子選定にあたっては、①採草・放牧等の利用目的②収穫体系と刈取り期間③周辺の草地と管理（刈取り・利用）が同じような品種④ほ場の地理的条件を加味して行いましょう。

＜**採草地**播種設計の考え方＞

チモシー主体混播草地
- チモシーは刈り取り時期に合った早晩性の品種を選ぶ（図2）
- チモシーの極早生・早生種とアカクローバを混播する
- チモシーの極早生・早生種とシロクローバの大葉型を混播する
- チモシーの中生種とシロクローバの中葉と混播する

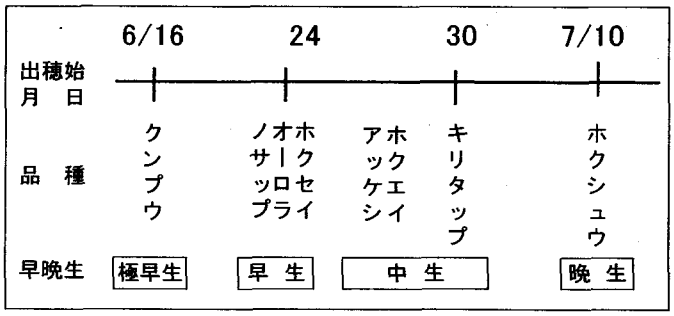


図2 チモシー品種の熟期別配列

草種の特性

アカクローバ

多年生のマメ科牧草。別名アカツメクサ。耐寒性が強く栄養価が高い。

メドウフェスク

多年草のイネ科牧草。混播特性が良い。耐寒性は強く暑い夏には弱い。

＜**兼用地**播種設計の考え方＞

チモシー主体混播草地
- 放牧利用は一番刈取後に開始するのが基本
- チモシーは中生種を選ぶ
- シロクローバの中葉もしくは小葉型と混播する
- アカクローバは混播しない
- メドウフェスクを混播する場合は、は種量を調節する

＜**放牧地**播種設計の考え方＞

チモシー主体混播草地
- 放牧利用は、「ホクシュウ」を選ぶ
- シロクローバの小葉もしくは中葉型と混播する
- メドウフェスクを混播する場合は、は種量を調節する

Q３ 草地更新作業の方法は？

草地更新は、整備改良事業等の公共事業や自力更新によって行ってきました。公共事業が削減されていく中、草地更新割合を維持又は高めるためには、自力更新を高める必要があります。

作業のタイミング　春は種は、雑草との競合を避けるため春先のできるだけ早い時期に
夏は種は、少雨の時期を避け、遅くとも8月中旬までには種を終えます。

堆肥の散布 ↓	草地の造成更新時の施用上限は5～6ｔ/10aを目安とし、土壌凍結や積雪時の散布は避けましょう
耕　起 ↓	前植生を反転できるように作業速度に注意し、むらのないように作業します
土改剤の投入 ↓	炭カルを土壌診断により必要量施用します（一般的な目安は炭カル300～500kg/10a）
砕土・整地・鎮圧 ↓	下層は荒くとも上層は細粒となるように丁寧に行います
施肥・は種 ↓	種子、肥料を十分混和し、は種むらが起きないよう丁寧に（土改材として、リン酸肥料20～30kg/10a程度追加）
鎮　圧 ↓	牧草種子と土壌との密着度を高め、良好な発芽を促します
※　掃除刈り	春は種では、雑草の草勢を抑えるために掃除刈りを行います

Q４ 草地更新の経費はどれくらいかかるの？

一般的な施工例で試算すると１㌶当たりのおおまかな経費は、次のとおりです。

○資材費

土改剤	炭カル	4.0ｔ	あわせて約130千円
	ダブリン	0.4ｔ	
肥料	高度化成122	0.4ｔ	
種子		22kg	

○機械・燃料代

償却費含め　約　40千円

※人件費は含んでいません

合計すると、ヘクタール当たり　約17万円の経費が必要となります。

簡易更新とはどういう方法か

プラウを用い反転・耕起する完全更新に対して、ロータリーやデスクハローを用い表層撹拌だけでは種したり、専用のは種機で草地に溝を切り、マメ科やイネ科牧草を追播する方法です。天候、既存の牧草や雑草や土壌の乾湿状況等で発芽後の生育が影響を受けやすく、ほ場の選定や実施時期・機械の調節に注意が必要です。

成功するための条件は？

・プラウを使わないロータリーやデスクハロー利用の更新は、通常更新時と同量の種子量で土改材、施肥、掃除刈りが必要

・簡易更新の時期は、6月下旬～8月中旬迄の施工とします

簡易草地更新機