

## 2 施肥設計の考え方

牧草の養分吸収が良好に行われるためには、肥料成分が牧草の養分要求時期に、過不足無く根の付近に存在することが重要です。土壌中の養分が豊富にある（土壌分析値が高い）場合、その分肥料を減らすことができます。また、有機物を施用した場合は、有機物の養分を有効に使うことで減肥が可能になります。

これら土壌、肥料、有機物の養分を牧草の生育に必要な時期に必要な量を供給できるように計画することを施肥設計と言います。

### (1) 施肥設計の流れ（図IV-12）

#### 1) 土壌診断により養分量を把握する

土壌診断とは、土壌中の養分の過不足を評価し、必要な養分を算出することです。まず最初に土壌の採取を行います。

#### ＜土壌の採取＞

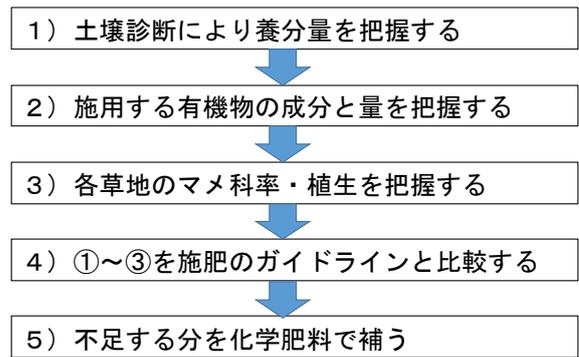
牧草の株を避け、ルートマットを含む草地表面から深さ 5cm までの層を全量採取します（図IV-13）。

5cm を採取する理由は、施肥等の影響を直接受け、主として生産に関わる土層が深さ 0～5cm 程度であるためです。採取は、秋の最終番草刈り取り後～有機物施用前など、なるべく化学肥料や有機物の施用養分による影響が少ない時期に行います。用意するものは土壌採取用の移植ごて、ビニール袋、油性ペンです。

土壌の採取には移植ごてが使いやすいですが、一定の幅で上下均等に採取するように注意してください（図IV-14）。他に、採土器（写真IV-12）もよく使われます。採土器は、筒状になっており、これを土壌の上から垂直に差し込んで引き抜くことで土壌を採取します。

採取した土壌はビニール袋に入れて、どの草地の土壌かわかるようにマジック等で袋に記入します。1つの草地について、代表的な数箇所から合計 1kg 程度採取して良く混ぜます（図IV-15）。

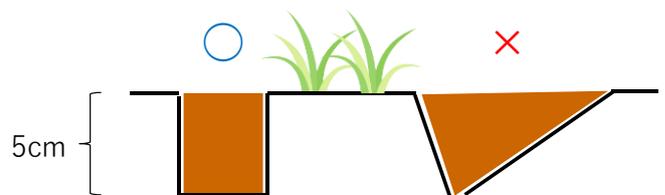
採取した土壌は、そのまま分析機関に分析を依頼します。



図IV-12 施肥設計の流れ



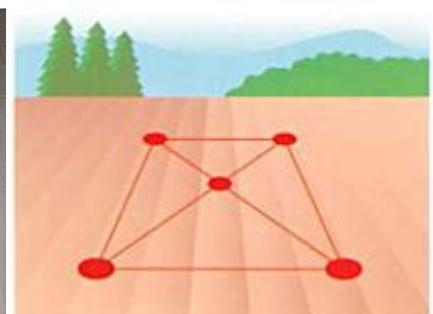
図IV-13 土壌の採取場所（ホクレン HP より）



図IV-14 移植ごてによる土壌採取



写真IV-12 採土器



図IV-15 土壌採取場所の例  
（ホクレン HP より）

## 2) 施用する有機物の成分と量を把握する

堆肥やスラリーなどの有機物は、窒素やカリなどを豊富に含んでいるので草地に還元します。ただし、窒素とカリが過剰にならないように施用量を調整します。有機物も、可能なら成分分析を行って、自家の堆肥やスラリーに含まれる養分を把握しておくことが望ましいです。スラリーの養分は、ラグーンへの融雪水の流入量などによる季節変動があるので、時期別に分析を行っておくとより効率的な散布設計が可能になります。

有機物の成分は簡易的に推定することが出来ます（40 ページ参照）。

## 3) 各草地のマメ科率・草種構成を把握する

マメ科率や植生によって施肥量が変わります。本資料の 32～36 ページ「(3)維持管理時」をご参照ください。

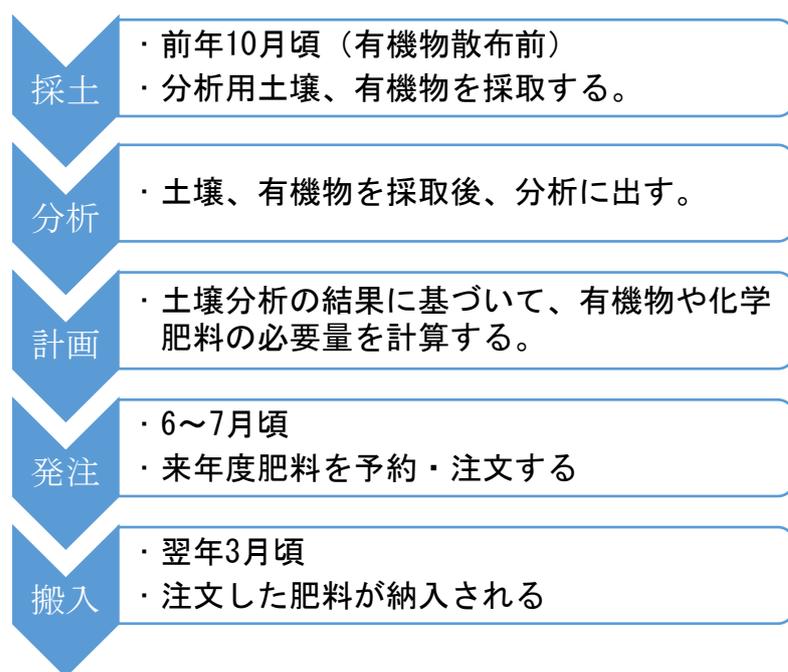
## 4) 以上の1)～3)を施肥のガイドラインと比較する。

施肥のガイドラインについては本資料の 32～36 ページ「(3)維持管理時」をご参照ください。

## 5) 不足する分を化学肥料で補う

有機物で補えない養分を、化学肥料でまかいます。多くの化学肥料には窒素－リン酸－カリが含まれています。窒素－リン酸－カリの含有率は肥料銘柄によって異なります。対象草地に不足している各養分に対して、養分含有率がなるべく適合する肥料を選択しましょう。

以下に、土壌診断を行ってから早取り肥料が納入されるまでの流れを示しましたので参考にしてください。



図IV-16 早取り肥料の申込時期と土壌分析から発注までの流れ

(2) 具体的な事例

最近の異常気象により干ばつや集中豪雨の影響が予測されます。有機物を使う場合は、肥料成分の大気中への揮散や草地外への流亡などにより、必ずしも100%効かないこともあり得ます。また、春先の低温で肥料成分が溶け出す、収穫近くで急に効くこともあります。以上、ご注意ください。

例1：土壤分析値がないAさんの草地の場合（34ページ参照）

Aさんは土壤分析をしていないので、土壤診断による減肥を考慮しないこととします。有機物として秋にスラリーを施用しますが、分析値はありません。植生調査の結果、TY主体の混播草地で、マメ科率は一番草の生草重量割合で10%でした。土壤は火山性土です。

その場合、年間の養分必要量は、表IV-22のとおりです。

表IV-22 年間の必要養分量

年間必要量 (kg/10a)	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	10	8	18

次に、スラリーを2t/10a散布することにします。有機物の成分は分析していないので、分析していない場合の値を使用します（表IV-23）。

表IV-23 分析値がない場合のスラリーの養分

スラリー養分量 (kg/現物t)	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	2	0.5	4

スラリーを2t/10a施用すると…

表IV-23から、スラリーを2t施用すると、Nが4kg、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>が1kg、K<sub>2</sub>Oが8kgとなります。その場合、N6kg、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>7kg、K<sub>2</sub>O10kgが化学肥料で施肥する年間養分量です（表IV-24）。

スラリー養分量 (kg/現物2t)	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	4	1	8

表IV-24 スラリー以外に必要な年間養分量

必要養分量 (kg/10a)	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	6	7	10

TY草地なので、化学肥料必要量を早春と一番草収穫後に2：1の割合で分肥します。そうすると、表IV-25のようになります。

表IV-25 時期を分けた必要養分量

必要養分量 (kg/10a)	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
早春	4	4.7	6.7
一番草収穫後	2	2.3	3.3

実際に化学肥料を用いた場合で考えると、BB122（N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O(%)=10-20-20）を早春に40kg/10a、一番草収穫後に20kg/10a施用すると、必要養分量を満たすことができます（表IV-26）。

表IV-26 BB122を使用した場合の施用養分量

施用養分量 (kg/10a)	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
早春	4	8	8
一番草収穫後	2	4	4

ちなみに、表IV-23でスラリーを4.5t/10a施用するとK<sub>2</sub>Oが18kgとなり、年間必要量を満たします（上限量）。この場合、化学肥料による施肥はカリが必要ないため、NP肥料やリン安、窒素やリン酸の単肥の選択肢が考えられます。

※BB122を早春に40kg/10a、一番草収穫後に20kg/10a施用した場合。

例2：土壤分析値があるBさんの草地の場合（35ページ参照）

Bさんは土壤分析をしているので、土壤診断による減肥を考慮します。  
 有機物は秋に成分分析済みの堆肥を施用します（堆肥は連用していないものとします）。  
 （堆肥分析値は水分78%、全窒素0.5%、リン酸0.35%、カリ0.45%でした。）  
 植生調査の結果、TY主体の混播草地で、マメ科率は一番草の生草重量割合で20%でした。  
 土壤は火山性土です。

その場合、年間の養分必要量は、表IV-27のとおりです。

表IV-27 年間の必要養分量

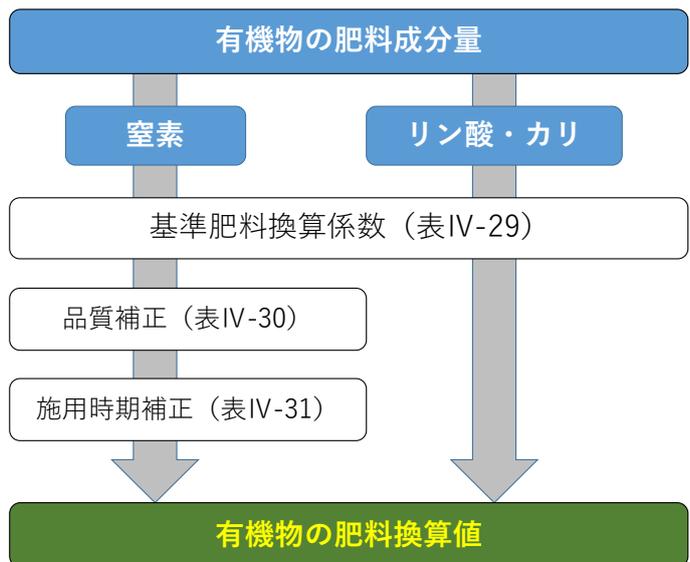
年間必要量 (kg/10a)	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	6	8	18

ここで、土壤分析値を確認します。すると、リン酸は80mg/100g、カリは35mg/100gでした。この値を考慮すると、年間の必要養分量は表IV-28のようになります。

表IV-28 土壤診断後の年間の必要養分量

年間必要量 (kg/10a)	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	6	4	13.5

次に、秋に堆肥を3t/10a散布することにします。この例の場合、堆肥の分析値があるので、図IV-17を用いて肥料に換算します。そのためには、まず分析値に「基準肥料換算係数」（表IV-29）を乗じます。



この「基準肥料換算係数」は標準的な品質（堆肥なら水分65~80%、スラリーなら乾物当たりNH<sub>4</sub>-Nが1.5~3.5%）と施用時期（4~5月上旬）で考えられたものですので、その範囲を外れた品質や施用時期の場合は補正をすることになります。それが「品質補正」（表IV-30）と「施用時期補正」（表IV-31）です。ただし、この2つの補正は窒素のみが対象です。

図IV-17 分析値のある有機物を肥料換算する手順

（家畜ふん尿処理・利用の手引き2004、

道立農畜試を一部改変）

式で表すと、以下の通りです。

$$\text{窒素の肥料換算値 (kg/10a)} = \underbrace{3000}_{\text{堆肥 3t を kg に換算}} \times \underbrace{0.005}_{\text{全窒素 \% (百分率) \rightarrow 全体を 1 とした割合に換算する}} \times \underbrace{0.2}_{\text{品質補正 (水分 78\%)}} \times \underbrace{1.0}_{\text{基準肥料換算係数 (堆肥を当年に施用)}} \times \underbrace{1.0}_{\text{施用時期補正 (堆肥を秋に施用)}} = 3$$

同様にリン酸とカリを計算すると、以下のようになります。

$$\text{リン酸の肥料換算値 (kg/10a)} = 3000 \times 0.0035 \times 0.2 = 2.1$$

$$\text{カリの肥料換算値 (kg/10a)} = 3000 \times 0.0045 \times 0.7 = 9.45$$

表IV-29 有機物の基準肥料換算係数

有機物	窒素		リン酸		カリ	
	当年	2年目	当年	2年目	当年	2年目
堆肥	0.2	0.1	0.2	0.1	0.7	0.1
スラリー	0.4	0	0.4	0	0.8	0
尿液肥	0.8	0	0	0	0.8	0

注 1) スラリーには固液分離液、メタン発酵消化液を含む。

注 2) 最終番草利用後の施用する場合、当年とは施用翌年を指す。

注 3) 有機物施用履歴と土壤分析値の両方ともある場合は、土壤分析値に有機物の肥効が反映されていると見なせるので、いずれか一方の情報に基づく施肥対応を適用して、減肥の重複を避ける。

表IV-30 有機物の品質補正係数

堆肥	水分%	~65	65~80	80~
	補正係数	0.7	1.0	1.4
スラリー	乾物当たりNH <sub>4</sub> -N%	~1.5	1.5~3.5	3.5~
	補正係数	0.8	1.0	1.2

注 1) スラリーには固液分離液、メタン発酵消化液を含む。

注 2) 施用当年のみを対象とする。

注 3) メタン発酵消化液は、全窒素に占めるNH<sub>4</sub>-Nの割合が50%未満のものを対象とする。同割合が50%以上の場合、NH<sub>4</sub>-Nの全量は化学肥料と等価と見なし、本表による補正はしない。

表IV-31 有機物の施用時期補正係数

有機物	草種	9月上旬 ~ 10月下旬	4~5月 上旬	5月中旬	1番草 収穫後	2番草 収穫後
		堆肥	TY	1.0	1.0	0.8
	OG	1.0	1.0	1.0	0.7	0.5
スラリー・ 尿液肥	TY	0.8	1.0	0.8	0.9	—

注 1) 固液分離液、メタン発酵消化液はスラリー・尿液比に準ずる。

注 2) 施用当年のみを対象とする。

注 3) OG草地へスラリー・尿液肥を施用する場合は堆肥に準ずる。

注 4) 9~5月、1番草収穫後、2番草収穫後の補正係数は、それぞれ年間施肥量、2および3番草、3番草に対する補正に使う。

まとめると、養分供給量は表IV-32のとおりです。

表IV-32 堆肥を3t/10a施用した時の養分量

堆肥養分量 (kg/10a)	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	3	1	9.45

したがって、化学肥料の必要量は、年間の必要養分量から堆肥3t/10a由来の養分量を差し引いて、表IV-33のようになります。

表IV-33 堆肥以外に必要な年間養分量

必要養分量 (kg/10a)	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	3	3	4.05

TY 草地は、化学肥料必要量を早春と一番草収穫後に2：1の割合で分肥します。そうすると、表IV-34 のようになります。

表IV-34 時期を分けた必要養分量

必要養分量 (kg/10a)	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
早春	2	2	2.7
一番草収穫後	1	1	1.35

実際にBB肥料を用いた場合で考えると、BB111Ca (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O(%)=10-10-10) を早春に20kg/10a、一番草収穫後に施肥機械で設定できる最低量を施用すれば十分となります。最低量が10kg/10aであれば表IV-35 のようになります。

表IV-35 BB111Ca を使用した場合の施用養分量

施用養分量 (kg/10a)	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
早春	2	2	2
一番草収穫後	1	1	1

※BB111Ca を早春に20kg/10a、一番草収穫後に10kg/10a 施用した場合。

なお、Caを含んでいますが、たまたま選択した銘柄に含まれていたもので特にCaが必要だったわけではありません。

### (3) AMAFE の活用

草地における有機物からの肥料養分量の計算は、有機物の種類、施用時期、水分などによって変動するためかなり複雑です。それを自動計算して、糞尿利用計画を立てられるサービスが平成18年に酪農学園大学、畜産草地研究所、根釧農試、中央農試、天北農試の共同研究によって開発されました。幾度かの改良を重ね、現在はクラウド版として有償提供されています(AMAFE クラウド版、<https://amafe.farm>)。利用料は年間10,000円となっています(1ユーザーにつき30ほ場まで入力可能)。

具体的には、草地の面積や乳牛飼養頭数、土壌分析結果、有機物分析結果などを入力することによって、有機物(糞尿)産出量、各草地の必要養分量が計算されるため、どの草地にどのくらいの糞尿や化学肥料を施用するか計画を立てることが可能です(図IV-18)。

ふん尿
早春化肥(基肥)
1番後化肥(追肥)
2番後化肥
集計

時期別の施肥計画が可能

施肥回数 クリア 初期化 銘柄 クリア 自動選択 再計算

圃場名	面積(ha)	作物	利用形態	施肥回数	化学肥料					目標施用量(kg/ha)			実際施用量(kg/ha)				
					種類	kg/ha	kg/袋	袋/圃場	単価	金額	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO
1	18.00	チモシー	採草	2		361	500	13.0	33,025	429,325				36	54	72	11
2	40.00	チモシー	採草	2		0	500	0.0	36,125	0	40	37	70	0	0	0	0
3	40.00	チモシー	採草	2		0	500	0.0	36,125	0	40	64	10	0	0	0	0
4	7.80	チモシー	採草	0		0	500	0.0	33,025	0				0	0	0	0
5	12.00	チモシー	採草	0		0	500	0.0	33,025	0				0	0	0	0
6	60.00	チモシー	採草	2		292	500	35.0	32,400	1,134,000				35	35	44	6
7	19.00	チモシー	採草	2		263	500	10.0	36,125	361,250				37	37	53	8
										1,924,575							

予め銘柄を登録しておけば選択が可能

予め肥料単価を登録しておけば金額の算出が可能

目標となる養分施用量と計画した養分施用量が表示される

図IV-18 AMAFE の施肥計画画面