

## 6 土壌分析の活用

### (1) こんなとき、どうする？（草地編）

#### 1) 有機物を草地へ散布する際の注意点について

家畜糞尿などの有機物を施用する目的は、肥料コストの削減や、土壌中の微生物活動や根の伸長促進、低温や多雨、干ばつの影響を緩和するなど多岐にわたります。

一方、散布量や散布タイミング、散布方法、有機物の性状によって問題が発生する場合がありますため注意が必要です。

#### ① 散布量 ～窒素とカリの上限に注意～

散布量が多すぎると特定の成分が過剰となり、土壌と牧草に悪影響があります。土壌中の肥料成分は、窒素やカリが過剰となり、牧草中の硝酸態窒素やカリ濃度が増加します。

表 31 は、代表的な有機物の肥料成分換算値です。特に、原尿で窒素とカリの値が高いことがわかります。また、スラリー中にパーラー洗浄水を含むか含まないかによって窒素とカリの値が変わります。特にスラリーは、農場毎に雨水等の流入量が異なるため、堆肥分析で有機物の成分を把握する必要があります。

表 31 草地・維持段階の種類別有機物肥料換算値（単位：kg/現物 t）

有機物の種類	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
堆肥※ <sup>1</sup>	1	1	3
スラリー（一般的）※ <sup>2</sup>	2	0.5	4
スラリー（洗浄水含む）※ <sup>2</sup>	1	0.5	2
原尿※ <sup>1</sup>	5	0	11

北海道施肥ガイド※<sup>1</sup>および普及センター調べ※<sup>2</sup>  
前年秋もしくは当年春に施用する場合の成分量

表 32 は上記の有機物を 4t/10a 投入した場合の肥料換算成分です。原尿では窒素もカリも年間必要量をオーバーします。また、一般的なスラリーでは窒素とカリにおいて年間必要量の約 80%をまかなえるため、化学肥料の投入量や成分を調整する必要があります。

表 32 4 t/10a 投入する場合の肥料換算成分（単位：kg/現物 t）

有機物の種類	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
年間必要量（北海道施肥標準）※ <sup>1</sup>	10	8	18
堆肥 4t/10a	4	4	12
スラリー（一般的）4t/10a	8	2	16
スラリー（洗浄水含む）4t/10a	4	2	8
原尿 4t/10a	20※ <sup>2</sup>	0	44※ <sup>2</sup>

※<sup>1</sup> 年間必要量はチモシー主体草地、マメ科割合 5～15%の場合を想定  
有機物は前年秋もしくは当年春に施用する場合

※<sup>2</sup> 下線部は値が過剰

表 33 は秋にスラリーを4t/10a 投入し、翌春、化学肥料を30kg/10a、1 番草収穫後に15kg/10a 散布した場合の年間肥料成分です。肥料銘柄を早春 BB121、1 番草収穫後 BB565 とした場合、一般的なスラリーでは窒素とカリが過剰になります。一方、洗浄水を含むスラリーではカリが不足し、収量低下の要因になります。定期的に土壌診断や粗飼料分析を行い、有機物投入量に応じた肥料銘柄の検討が必要です。

表 33 スラリー4 t/10a と化学肥料を組み合わせた肥料成分 (単位: kg/現物 t)

有機物と施肥の組合せパターン	N	P2O5	K2O
年間必要量 (北海道施肥標準)	1 0	8	1 8
スラリー (一般的) 4 t/10a + BB121 30kg + BB565 15kg	<u>1 3</u>	9	<u>2 1</u>
スラリー (洗浄水含む) 4 t/10a + BB121 30kg + BB565 15kg	9	9	1 3

※下線部は値が過剰

土壌中に蓄積される窒素が過剰になると、牧草中の硝酸態窒素濃度が増加します。その他の症状は図 81 のとおりです。乳牛では軟便や MUN の上昇、環境性乳房炎や肢の腫れ、繁殖トラブルが増加する傾向があります。

- 葉色が濃くなる。
- 放牧草の採食量が減少。
- 葉面積が大きく倒伏し易い。
- 刈取り後に乾きにくい。
- 乾草もしくは低水分ロールサイレージの硝酸態窒素の値が上昇 (硝酸態窒素は水に溶けやすいため、高水分サイレージでは発酵過程で排汁と共に流れるためわかりにくい)。
- サイレージ中の発酵品質が低下し、臭いが強い。

図 81 窒素過剰が疑われる場合のサイン

一方、カリが過剰になると低カルシウム血症を誘発する傾向あり、起立困難、胎盤停滞、食欲低下などのリスクが高くなります。

有機物の施用では、土壌中の肥料成分のバランスが崩れないよう以下の項目に注意します (図 82)。

- 施用する有機物の成分を堆肥分析で把握し、肥料成分が年間必要量を大きく越えないようにする。
- 土壌分析値や飼料成分値を参考にカリが少ない化学肥料を選定するなど、必要に応じて肥料銘柄の変更や施用量を調整する。
- 給与前に粗飼料分析などで硝酸態窒素濃度とカリウムの濃度を把握する。
- 硝酸態窒素やカリの値が高い場合は、他の粗飼料を併用して給与割合を減らすか、配合飼料等を給与する際に栄養素の過不足を調整する。

図 82 有機物投入時の注意点

②散布タイミング ～散布時期が遅れるほど粗飼料の嗜好性が低下する～

サイレージの発酵品質を考慮すると、早春のスラリー散布を控えるのが無難です。どうしても散布しなければいけない場合は、ゴールデンウィークの終わり頃までが散布時期の目安です。理由は、散布が遅れるほど収穫時の牧草への有機物付着量が増え（写真 17）、肥料効果（以下、肥効）が低下するためです。有機物の付着量が増えると、サイレージの発酵品質が低下し、嗜好性の低下や乳牛の疾病の原因になります。また、有機物の付着は乾草の嗜好性を下げる原因にもなります。有機物が付着しやすい牧草の草種は、以下のとおりです。

リードカナリーグラス > シバムギ > オーチャード > チモシー

リードカナリーグラスは、チモシーと比べて生育が早く散布時の葉面積（付着面積）が大きいこと、また、シバムギは茎に毛があることから有機物が付着しやすいと考えられます。肥効が最も大きく変化するのは、5月上旬と中旬の間で、その差は約20%にもなります（図 83）。



写真 16 散布時期が遅くタイヤの踏み跡が強く残った事例



写真 17 牧草に付着した有機物

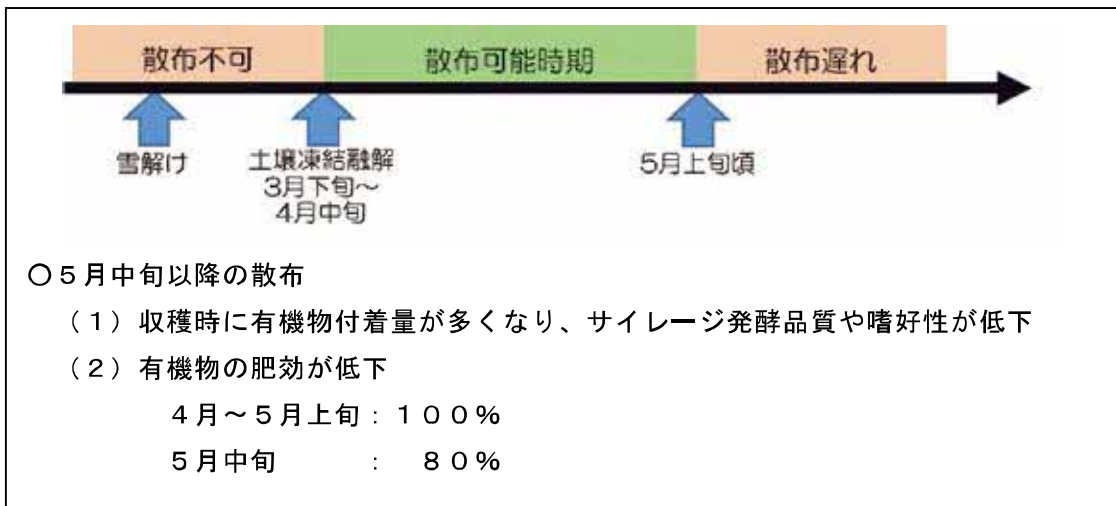


図 83 春の有機物散布タイミングと散布が遅れる損失

<早春スラリー散布対策>

- ・ 土壌凍結が抜けたら、できるだけ早い時期に散布する。
- ・ 散布時期が遅くなってしまった場合は、散布を中断するか、散布量を減らして対応する（1t/10a程度）。

③散布方法 ～ムラを少なく、できるだけ均一に散布する～

肥料成分を散布していることを意識した作業が必要です。

図 84 に、散布方法によって、有機物の濃度に差が生じる事例を示します。

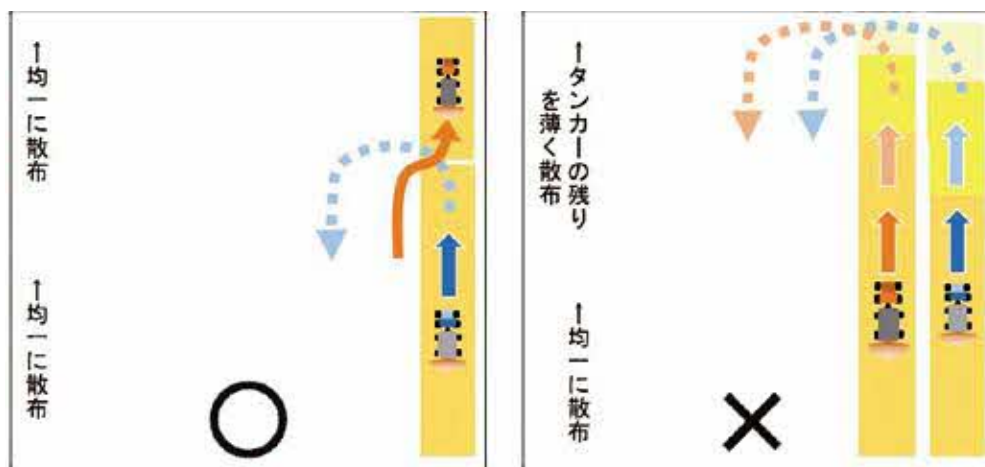


図 84 散布作業時の注意点

左の方法では、ほ場のどの部分でも散布量が均一になりますが、右の方法では、図の上側の散布量が少なくなります。組み作業で何台かが同時に走る場合も、前のトラクタの後に次のトラクタが入り、いずれも一定にムラ無く散布することが重要です。

また、散布ムラを減らすため、列ごとの掛け合わせを意識して作業することも必要です。

ほ場内で散布量が偏り肥料成分が多くなった場所では、牧草の倒伏やエソノギシギシなどの雑草が増えやすく、マメ科牧草が減少します。一方、肥料成分が少ない場所では、生育がそろわず収量が減少し、イネ科雑草が増えやすくなります。

堆肥の場合、かたまりが大きいと収穫時に牧草中に有機物が混入し、サイレージ品質が低下する原因となります。以下のいずれかの対策が必要です。

<堆肥混入防止対策>

- 散布時の堆肥のかたまりを最小限に減らすため、タテ型ビーターのマニユアスプレッダーを利用する。
- ヨコ型ビーターのマニユアスプレッダーを利用する場合は、散布後にパスチャーハローを利用して草地にある堆肥のかたまりを砕く。
- かたまりが発生しにくくなるまで十分腐熟させた有機物を散布する。
- 収穫時に有機物を一緒に拾わないようモアコンに 10 cm 程度の高さがあるスキッドプレート（通称：ソリ）を装着し、高く刈り取るようにする。

2) チモシーを維持したい

更新してもわずか数年でチモシーが減少することがあります。原因を大別すると、肥料成分に関すること、雑草処理に関すること、は種作業や最初の収穫作業方法に関することに分類できます。肥料成分に関することの主な理由は、図 85 のとおりです。

- ア 更新時の pH が低い (pH5.5 以下)。
- イ 窒素の成分量が少なく、アルファルファやクローバーの勢いにチモシーが負ける。
- ウ 更新直後にふん尿を散布した。
- エ 1 番草刈り取り後に追肥しなかった。

図 85 チモシーが消失する草地の特徴(肥料成分に関すること)

(理由)

- ア おおむね pH5.5 を下回るとチモシーの生育量が減少し、他のイネ科雑草が目立つようになる
- イ チモシーを維持するために必要な窒素が供給されないと、生育量が減少する代わりに空中窒素を固定(利用)できるマメ科が勢力を拡大し、チモシーの比率が減少する。マメ科の主体がアルファルファの場合、その年の気象条件等により突然消滅する場合があります。裸地になった部分に雑草が侵入、増殖し、チモシーの比率がさらに低下することもある
- ウ スラリーや消化液を散布した後に突然気温が上昇して濃度障害が発生する
- エ チモシーの塊茎に十分な養分を蓄積できず、次年度の出穂茎が減少する

<対策>

- ア 更新前に土壌診断を行い、pH6.0 を目標に土壌改良を行い、その後、3 年に 1 回程度、土壌分析を行い、土壌 pH が維持できる石灰資材の投入量を検討する。経年草地では、タンカル相当資材で毎年 40kg/10a 程度の補給が目安となる。
- イ 更新時の有機物の散布ムラを可能な限り少なくする。チモシーの生育や葉色を見て窒素の充足量を判断し、肥料の散布量や銘柄を検討する。
- ウ 更新直後に有機物を散布しない。
- エ 1 番草刈り取り後に追肥を行うか、早春の施肥時に肥効調節型肥料を散布し、肥料不足にならないようにする。

### 3) マメ科を維持したい

マメ科の維持には、肥料の調整と追播がカギとなります。マメ科は窒素をあまり必要とせずカリを必要とするため、土壌診断や牧草の生育を見て施肥量を判断します。

<対策>

- ア マメ科牧草の生育をよく観察する。
- イ 葉の外縁部が白く色抜けしたらカリが不足しているサイン。早急にかり含量が高めの肥料銘柄に変更するか、スラリー等の有機物で補う。
- ウ マメ科割合が高すぎる場合は窒素施肥量を増やし、イネ科牧草の生育を旺盛にさせてマメ科割合を低下させる。一方、マメ科の生育に勢いが無い場合は、窒素施肥量を減らして対応する。
- エ 草地を歩いて観察し、株数が減少したら必要に応じてマメ科を追播する。タイミングは早春で、草地にトラクタの踏み跡が残らない程度に乾いた直後だが、まだ完全に乾燥する前。タイミングが遅れると定着率が減少する。

4) 粗飼料のカリ濃度を下げたい ～カリ減肥事例～

乾乳期飼料のカリ過剰により、分娩前後の低カルシウム血症（乳熱）の発生が増加するケースがあります。多くは、マメ科を多く含んだ牧草の給与や、草地のカリ過剰が原因で、後者の場合は化学肥料のカリ成分を減らすことで解決できます。

“低カルシウム血症の発生が増加し”、“土壌分析のカリの値が高く（表 34）”、“粗飼料分析のカリの値も高い（表 35）” 3つの条件が全てそろった場合、施肥のカリを減肥することが有効です。

そこで、3つの条件がそろった事例で、化学肥料のカリ分量を減らして牧草中のカリ濃度をコントロールした例をご紹介します。土壌分析に基づいたカリの減肥は、図 86 のように行いました。当該農場では約7割のほ場が基準値以上の値でした。9割以上が火山性土であったため、表 34 より肥料中のカリ濃度を 50%に減らし、草地の経過を観察しました。

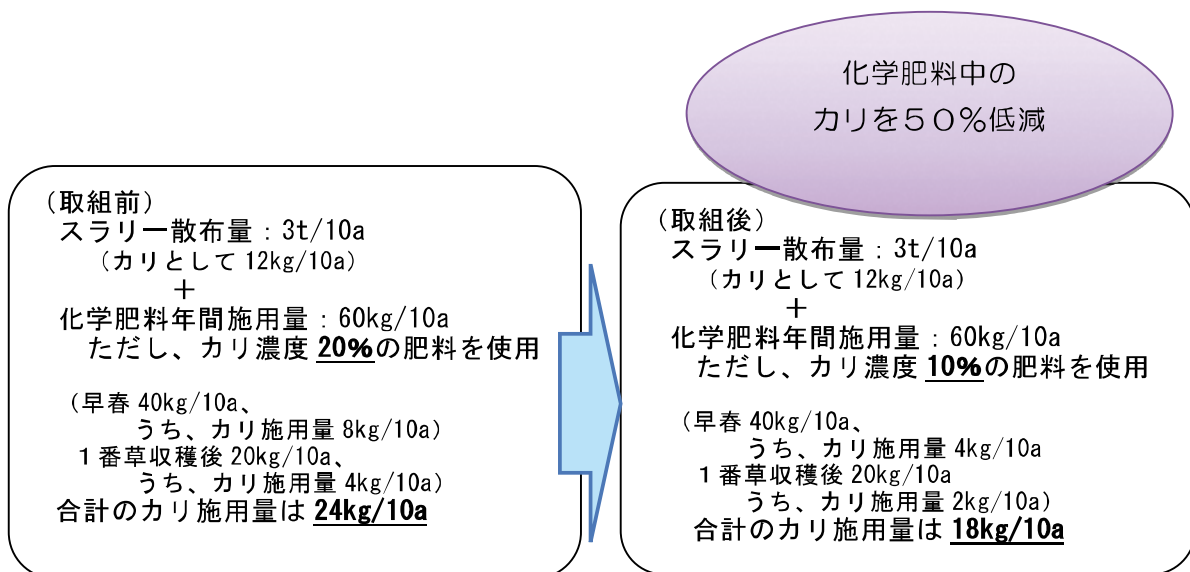


図 86 カリの減肥方法

表 34 土壌診断に基づく施肥対応（採草地）

項目	土壌区分	基準値	基準値以上	
交換性カリ含量 (mg K <sub>2</sub> O/100g)	未熟	7～9	9～30	
	火山性土 黒色	9～12	12～40	
	厚層	10～13	13～45	
	低地土・台地土	15～20	20～50	
	泥炭土	30～50	50～70	
施肥標準量に対する 施肥率(%)	火山性土	100	75	
	低地土・台地土	100	50	
	泥炭土	無客土	100	75
		客土	100	75

（出展「草地の土壌カリ供給力に応じた施肥改善方法」昭和 61 年、

「泥炭草地における土壌のカリ供給能力とカリ施肥」昭和 63 年）

表 35 粗飼料分析中カリ濃度の目安

項目	カリウム濃度（乾物%）	
	最小値 <sup>※1</sup>	最大値 <sup>※2</sup>
乾乳牛	1.5	2.2

※1：牧草栽培上の最低必要量「北海道施肥ガイド 2015 北海道農政部」

※2：当地区の一般的な飼料構成における乾乳用牧草の場合（暫定）

図 87 は粗飼料中のカリ濃度を取組の前後で比べたものです。2017 年（取組前）の平均値は約 2.3%、最大値は 2.93%と高い値でしたが、取組後は最大値も平均値も徐々に低下し、適正範囲内に入りました。

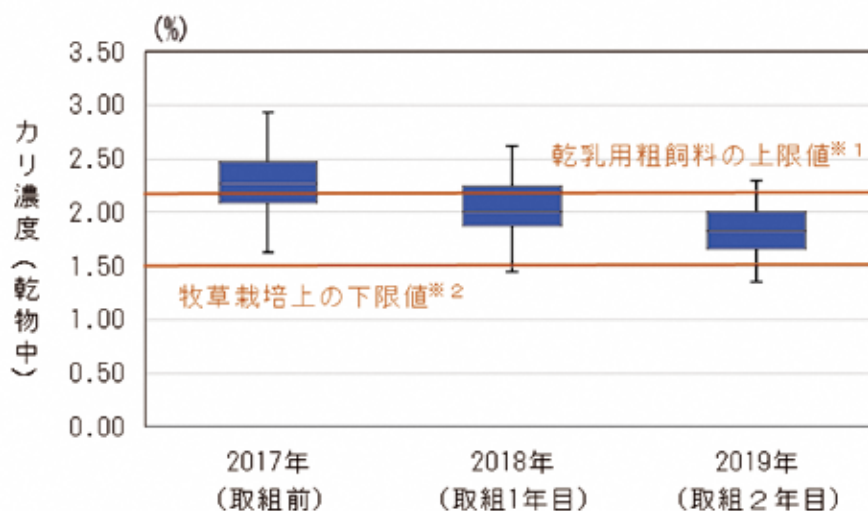


図 87 1、2 番草におけるサイレージ中カリ濃度 (n=268)

※1：乾乳牛の飼料設計で飼料中のカリ濃度を適正域に保つための牧草中のカリ濃度上限値

※2：北海道施肥ガイド 2015 北海道農政部

カリ減肥の注意点は、(1) どのように判断するか、(2) 必要以上に下げすぎないことです。

例えば、土壌分析のカリが高い値でも粗飼料分析では適正域の場合のように、肥料中のカリが多いことのみが原因ではなく、石灰やマグネシウム不足の場合もあります。その場合、肥料中のカリを減らすだけでは牧草中の収量も低下してしまう可能性があるため、原因を慎重に検討する必要があります。その他、分析サンプルの採取方法のミスやサイレージの水分が極端に高いときに分析値が正確に表示されない場合もあるため、3つの条件がそろわない場合は、安易にカリが過剰と決めつけるのは危険です。

一方、土壌中のカリ含量が基準値以下になると、牧草の収量低下とマメ科牧草が衰退する危険性があります。マメ科の葉の外側が白く退色してきたらカリ不足のサインです。葉をよく観察すると共に、収量の増減も合わせて確認しながら減肥することが必要です。翌年の施肥は元に戻し、定期的に土壌分析や粗飼料分析を実施して経過をすることをすすめます。

(2) こんなとき、どうする?? (畑作園芸編)

1) 「土壌分析結果をもとに窒素、リン酸、カリの適正施肥量を計算したいけど、どうやってやるの??」

北海道施肥ガイド 2015 (道農政部) に記載されている施肥標準量と、土壌分析結果に基づいた施肥対応を用いて行います。

**STEP 1** 施肥標準を確認 (表 36)

表 36 主な作物の施肥標準 (単位: kg/10a)

作物名	基準収量 (kg/10a)	窒素(N)		リン酸(P2O5)		カリ(K2O)	
		火山性土	泥炭土	火山性土	泥炭土	火山性土	泥炭土
でん粉原料用ばれいしょ (品種:コナフブキ)	3700~4200	8 <sup>※1</sup>	6 <sup>※1</sup>	20	15	12	
だいこん (マルチ(春、夏、晩夏まき))	4000~5000	5 <sup>※2</sup>		8		8	
ブロッコリー (春まき、初夏まき)	1000	18 <sup>※2</sup>		14		16	

※1: 種子用は2割程度減ずる ※2: JA等の栽培基準がある場合は、栽培基準を優先する

**STEP 2** 土壌分析結果と下表を用いて、施肥標準から施肥量を増減する

① 窒素: 「熱水抽出性窒素」分析値を活用します。

作物名	熱水抽出性窒素 分析値	熱水抽出性窒素(mg/100g)					
		1~2	3~4	5~6	7~8	9~10	11以上
でん粉原料用ばれいしょ (品種:コナフブキ)	窒素施肥量 (kg/10a)	11	10	8	6		5

作物名	熱水抽出性窒素 分析値	熱水抽出性窒素(mg/100g)		
		~3	3~5	5~
だいこん (マルチ(春、夏、晩夏まき))	窒素施肥量 (kg/10a)	6	5	4
ブロッコリー (春まき、初夏まき)		22	18	16

② リン酸: 「有効態リン酸」分析値 (トルオーグ法による) を活用します。

作物名	有効態リン酸 分析値(mg/100g)	0~5	5~10	10~30	30~60	60~
		低い	やや低い	基準値	やや高い	高い
でん粉原料用ばれいしょ (品種:コナフブキ)	リン酸施肥標準に 対する施肥率	1.5倍	1.3倍	1倍	0.8倍	0.5倍

作物名	有効態リン酸 分析値(mg/100g)	~15	15~30	30~45	45~60	60~
		やや低い	基準値	やや高い	高い	極高い
だいこん (マルチ(春、夏、晩夏まき))	リン酸施肥量 (kg/10a)	12	8	6	3	0
ブロッコリー (春まき、初夏まき)		20	14	10	5	0



③カリ： 「交換性カリ」分析値を活用します。

作物名	交換性カリ 分析値(mg/100g)	0～8	8～15	15～30	30～50	50～70	70～
		低い	やや低い	基準値	やや高い	高い	極高い
でん粉原料用ばれいしょ (品種:コナフブキ)	カリ施肥標準に對する 施肥率	1.3倍	1.1倍	1倍	0.5倍	0.2倍	0倍

作物名	交換性カリ 分析値(mg/100g)	～8	8～15	15～30	30～60	60～
		低い	やや低い	基準値	やや高い	高い
だいこん (マルチ(春、夏、晩夏まき))	カリ施肥量 (kg/10a)	16	12	8	4	0
ブロッコリー (春まき、初夏まき)		20	15	10	0	0

注) 土壌分析値の他、ほ場の前作、有機物施用量、透排水性など土壌物理性等も考慮して施肥量を決定しましょう

### ばれいしょにおける施肥改善事例

平成 21 年にオホーツク管内火山性土ほ場で行った試験(表 37)では、熱水抽出性窒素の値が高いことを考慮して減肥したところ、上いも収量はほぼ慣行区と同等、肥料費は 24%減となり、粗利益は 5%アップしました(図 88)。

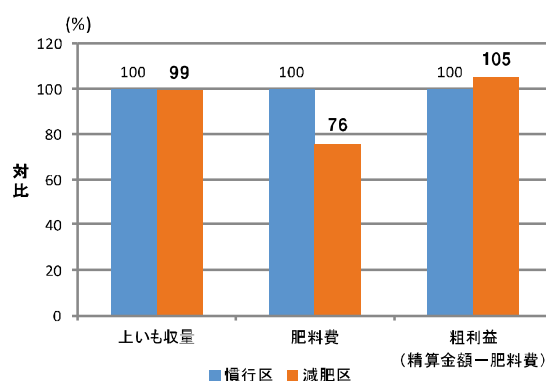


図 88 試験結果概要

表 37 試験内容 (品種:コナフブキ)

	熱水抽出性窒素 (mg/100g)	施肥量 (kg/10a)	施肥成分量 (kg/10a)		
			N	P2O5	K2O
慣行区	12	S858 100kg/10a	8	15	8
減肥区		S858 80kg/10a	6.4	12	6.4

2) 「種イモや生食加工用イモを作付け予定の畑はそうか病対策で pH は上げたくないけど、交換性石灰が低い。どうすればいいの?」

交換性石灰より pH の状態を優先して対策を講じることが基本となりますが、近年、ばれいしょでは硫酸カルシウム等 pH を上げない石灰質資材の施用により打撲黒変、褐色心腐、中心空洞等が減少し、収量品質が向上する事例が報告されています(ウイスコンシン大学 パルタ博士、帯広畜産大学 谷教授ら、図 89)。

pH を上げない石灰質資材は硫酸カルシウムや硝酸カルシウムなど数種類ありますが、硫酸カルシウムは硝酸カルシウムとは異なり、窒素を含まないため使用しやすい資材といえます。

打撲黒変、中心空洞、褐色心腐など塊茎品質への効果を発揮させるためには、塊茎中のカルシウム含量を上昇させる必要があります。また、塊茎へのカルシウム吸収は主根からではなくストロン根からのみ行われることが分かっています(パルタ博士の報告より)。

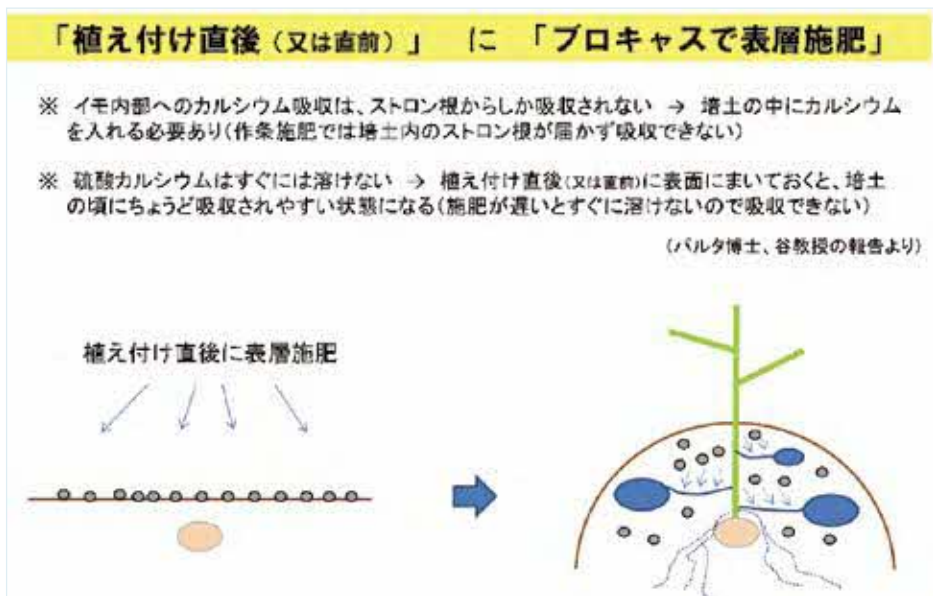


図 89 硫酸カルシウムの施用タイミング例

したがって、硫酸カルシウムの施用は、植え付け後（早期培土前）の全層施肥により、培土内に混和させることが重要と考えられます。

なお、窒素やリン酸施肥が過剰な場合では効果が得られない試験事例が報告されています。

また、施用量は 50 ～ 100kg/10a 程度の事例が多いですが、施用量を多くしても必ずしも効果に結びつかない試験事例もあるので注意が必要です（図 90）。

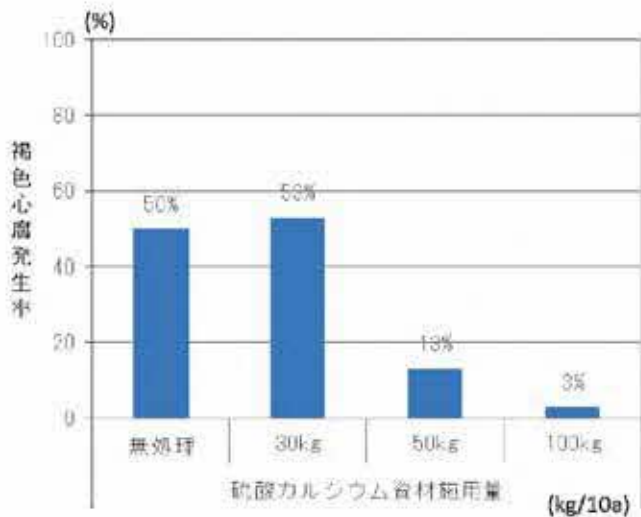


図 90 褐色心腐に対する効果確認事例  
(H27 年石狩管内 品種：キタアカリ)