

IV 土壌分析

作物の収量・品質の向上には過不足のない適正な施肥が重要です。過剰な施肥は費用の増大や環境汚染へつながってしまいます。適正な施肥を行うために、土壌特性を知り、土壌中に蓄積されている養分の量を把握しましょう。

土壌分析を行うには、サンプリングや土壌の性質などの情報を提出する必要があります。分析値を出すための重要な情報源となるので、正確に行いましょう。

1 分析に出す前に

(1) 土壌サンプリングについて

土壌の深さによって養分の含有量は異なります。より正確な分析を行うためには、作物が利用する深さ（作土層）でサンプリングすることが重要となります。

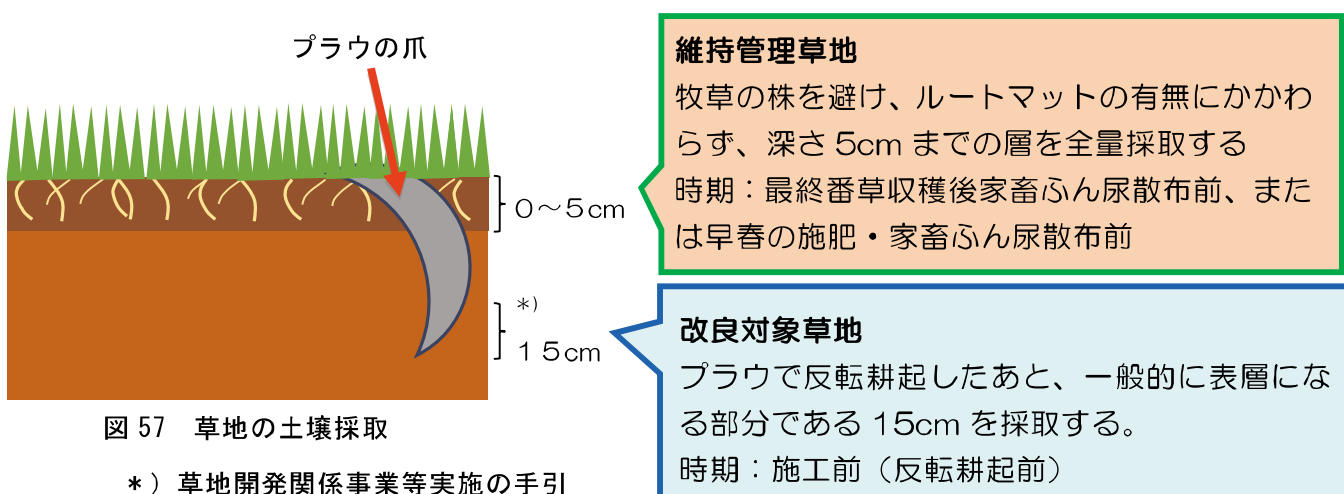


図 57 草地の土壌採取

*) 草地開発関係事業等実施の手引

(社団法人 北海道草地協会、H28 改訂) 土壌改良深より

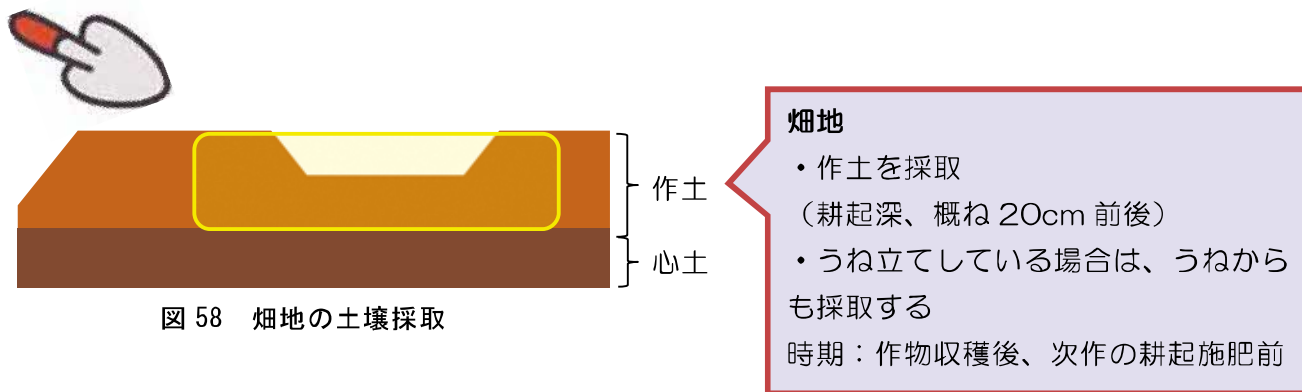


図 58 畑地の土壌採取

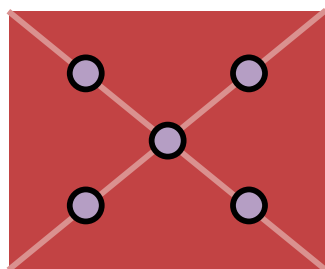


図 59 土壌採取地点

土壌採取地点

ほ場の中央付近に代表的地点を選び、この点を通る対角線に 5カ所以上を採取する。水の流れた跡や極端な傾斜がある場所、枕地になるような端は避ける。大きなほ場はいくつかに区切って採取する。

土壌採取地点が多いほど、分析値の精度が高まる。

(2) 土壌の種類と特性

土壌は母材や気候、地形、生物の影響、時間によってさまざまな作用を受けてつくられており、地域やほ場によって特徴が異なります。北海道の土壌診断では、表 20 のように土壌分類を 4 区分に分けて基準値を設定しています。土壌区分は土壌分析を出すときに必要な情報です。

表 20 土壌区分と特性について

土壌区分	成り立ち	特徴
火山性土	火山噴出物からなる土壌	<ul style="list-style-type: none"> 物理性が良く、通気性・排水性が良好 リン酸の固定力が大きい 養分は少ない
低地土	河川によって運ばれ堆積した土壌	<ul style="list-style-type: none"> カリウム、マグネシウムが多い 粘土含量が多く、通気性・排水性不良
台地土	段丘と丘陵の平坦部、緩斜面に発達している土壌	<ul style="list-style-type: none"> カリウム、マグネシウムが多い 粘土含量が多く、通気性・排水性不良
泥炭土	植物遺体が積み重なってできた土壌	<ul style="list-style-type: none"> 窒素供給力が高い 窒素以外の養分は少なく、流亡しやすい 通気性・排水性不良

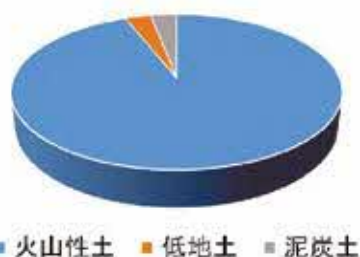


図 60 根室管内の土壌区分割合

根室管内の土壌区分割合は図 60 の通りです。約 94%が火山灰土で、一部低地土や泥炭土が含まれます。

(3) 土性

養分を保持する力や保水性、排水性を判断するために、土壌粒子の細かさを示す土性を分類します（表 21）。土を少量の水で湿らせて、触感によって判定しましょう。

表 21 触感による土性の判定方法（農学会法）

区分	粘土と砂の感じ方	指先で丸めた時の状態
砂土 (S)	ザラザラとほとんど砂だけ	固まらない
砂壤土 (SL)	大部分砂、わずかに粘土を感じる	棒にはできない
壤土 (L)	砂と粘土が半々	鉛筆ぐらいの太さにできる
埴壤土 (CL)	大部分が粘土、一部砂を感じる	マッチ棒ぐらいの太さにできる
埴土 (C)	ほとんど砂を感じない、ヌルヌルした粘土	コヨリのように細長くなる

2 項目の説明

土壌分析値の項目について紹介します。畑作物の基準値は作物によって異なる場合があります。

(1) pH

pHは酸やアルカリの強さを示しています。

土壌は雨や化学肥料の影響により酸性化しやすい特性があります。土壌が酸性化すると、リン酸の利用効率の低下や、微生物活性の低下による有機物分解・養分供給力の低下など、作物に影響を与える場合があります。

表 22 pH(H₂O) 基準値

	草地維持管理時	造成・更新時	畑作物
pH(H ₂ O)	5.5～6.5	6.0～6.5	5.5～6.5

表 23 石灰資材の活用（採草地・放牧草地共通）

pH(H ₂ O)	～5.5	5.5～6.0	6.0～
タンカル施用量	0～5cm 土層の pH を 6.0 に改良するのに必要な量	40kg/10a/年	不要

※ pH が 5.5～6.0 の場合は現状の pH を維持するための必要量。2～3 年分の一括施用も可。
（北海道施肥ガイド 2015）

(2) EC（電気伝導率）

電気伝導率（EC）は土壌に含まれる塩類濃度の指標になります。EC が高いほど土壌溶液中に陰イオンや陽イオン含量の多いことを意味します。土壌に過剰の塩類が集積し EC が高くなると、作物に塩類濃度障害が発生する危険性があるので、除塩対策が必要となります。

表 24 EC 基準値（北海道施肥ガイド 2015 より）

	EC基準値 (mS/cm)	留意事項
野菜育苗床土	○鉢育苗床土（土壌利用床） 加温前または使用前	基準値は以下のとおり 加温前または使用前
	トマト型：0.5～1.0、メロン型0.3～0.8	トマト型：0.2～1.5、メロン型：0.2～1.0
	鉢上げ時	鉢上げ時
	トマト型：0.8～1.5、メロン型0.5～1.0	トマト型：0.5～2.0、メロン型0.3～1.5
	注）トマト型は濃度障害に強い作物（トマト、なす、キャベツ、ピーマンなど） メロン型は濃度障害に弱い作物（メロン、きゅうり、すいか、ねぎなど）	
野菜畑土壌	○鉢育苗床土（無土壌床土）：1.7～2.0	
	○育苗床土：0.4～1.5	たまねぎ：0.4～0.8
	○粗粒質土壌：0.4以下 ○中粒質土壌：0.7以下 ○細粒質土壌：0.8以下	たまねぎは0.6以下、 きゅうりは0.5前後とする （中粒質土壌）
花き土壌	○施肥前：0.3以下	
	○植え付け前 ▪ 粗粒質土壌：0.4以下 ▪ 中粒質土壌：0.7以下 ▪ 細粒質土壌：0.8以下	

ねっすいちゅうしゅつせいちっそ
 (3) 熱水抽出性窒素

熱水抽出性窒素とは、土壌の可給態窒素を評価した値で、土壌中の無機態窒素と栽培期間中に無機化してくる易分解性有機態窒素を評価したものです。主に露地の畑作、野菜ほ場における窒素肥沃度の目安として、窒素施肥量の検討に活用されます。

コラム 草地の施肥窒素量の判定

草地の施肥設計を行う場合は、基準収量とマメ科割合を基に施肥量を判断します。施肥設計を行う際は土壌分析とともに、マメ科割合を把握しましょう。

表 25 チモシー主体採草地のマメ科率区分

	マメ科率区分 1	マメ科率区分 2	マメ科率区分 3	マメ科率区分 4
マメ科率	30%以上	15~30%	5~15%	5%未満
チモシー率	50%以上	50%以上	50%以上	70%以上

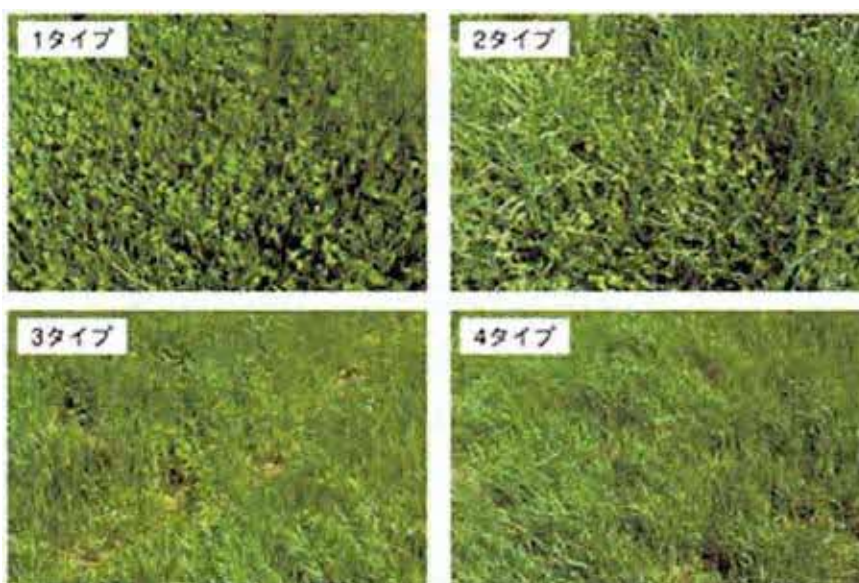


写真 13 マメ科率区分

(4) 有効態リン酸 (P₂O₅)

土壌中に含まれるリン酸のうち、作物が吸収利用できるリン酸を「有効態リン酸」と呼びます。分析方法は、畑作ではトルオーグ法、草地ではブレイ第2法を用いており、それぞれ評価方法が異なります。分析に出す前に項目の記入を正しく行いましょう。

表 26 有効態リン酸 (P₂O₅) の基準値

(単位 : mg/100g)

	火山性土	低地土・台地土	泥炭土
維持管理草地	未熟 : 30~60		
	黒色 : 20~50	20~50	30 以上
	厚層 : 10~30		
改良対象草地		10~20	
畑作物		10~30	

(5)交換性カリ (K₂O)

交換性カリは、土壌に存在するカリウムの中で、植物が吸収することのできるカリウム含量の目安として活用しています。

カリウムは栄養素の中でも吸収されやすいため、過剰に投入すると他の栄養素の吸収を阻害してしまう可能性があります。

表 27 交換性カリ (K₂O) の基準値 (単位: mg/100g)

	火山性土	低地土・台地土	泥炭土
維持管理草地	未熟: 7~9 (20~25)	15~20	30~50
※()は放牧地	黒色: 9~12 (26~32)	(27~34)	(54~78)
	厚層: 10~13 (30~36)		
改良対象草地	15~20		20~40
畑作物		15~30	

(6)交換性苦土 (MgO)

交換性苦土は、土壌に存在するマグネシウムの中で、植物が吸収することのできるマグネシウム含量の目安として活用しています。

表 28 交換性苦土 (MgO) の基準値 (単位: mg/100g)

	火山性土	低地土・台地土	泥炭土
維持管理草地	20~30	10~20	30~50
改良対象草地	25 以上	10 以上	40 以上
畑作物		25~45	

(7)交換性石灰 (CaO)

交換性石灰は、土壌に存在するカルシウムの中で、植物が吸収することのできるカルシウム含量の目安として活用しています。

表 29 交換性石灰 (CaO) の基準値 (単位: mg/100g)

	火山性土	低地土・台地土	泥炭土
維持管理草地	未熟: 150~300	200~450	400~800
	黒色: 200~400		
	厚層: 300~500		
改良対象草地	350 以上	400 以上	700 以上
	粒度区分		
	粗粒質土壌	中粒質土壌	細粒質・泥炭土壌
畑作物	100~170	170~350	350~490

※ pH(H₂O) を優先させて対策を行うこと

(8) 石灰・苦土比、苦土・カリ比

作物は、石灰や苦土の吸収がカリウムの吸収と拮抗作用を持っているため、効率よく養分を吸収させるためには「石灰・苦土比、苦土・カリ比」のバランスをとることが重要です。

表 30 石灰・苦土比、苦土・カリ比

	石灰・苦土比 (CaO/MgO)	苦土・カリ比 (MgO/K ₂ O)
維持管理草地	5～10	2以上
改良対象草地		
畑作物	6以下	2以上

※カリ、石灰、苦土の各含量を優先させて対策を行うこと

(9) その他

各項目の中には、オプションで分析できるものがあるので紹介します。

1) CEC (陽イオン交換容量)

作物が吸収できる養分は、土壤に吸着している養分の量で推定されます。CEC とは、土壤が最大でどれだけ養分 (陽イオン) を持つことができるか、最大容量を測定した値のことです。粒度区分や塩基飽和度の判定に活用します。

2) 塩基飽和度

雨や作物による利用、微生物の影響によって、土壤が持っている養分量は異なります。塩基飽和度は最大容量のうち、実際どのくらい養分 (陽イオン) を持っているのかを割合で示しています。

3) リン酸吸収係数

リン酸は、イオン化したカルシウムやアルミニウム、鉄などと結合しやすく、作物が吸収利用しにくい形 (難溶性化合物) となり土壤中に固定してしまう性質があります。この土壤特性の度合いを「リン酸吸収係数」で示しています。数値が高いほど、土壤中に固定してしまう力が強くなります。

根室管内に広く分布する火山性土 (黒ボク土) は、アルミニウムや鉄を多量に含むため、リン酸吸収係数が 1500 以上と高い特性があります。

(10) 腐植

腐植物質は、有機物が微生物に利用・分解された後の残渣と考えられています。腐植物質には以下のように多様な働きがあります。

- 保肥力を高める
 - 団粒形成を促進し、根や茎の生育を促進する
(団粒は、土壤の水分保持能を高め、通気性や排水性を良好にする働きがあります)
- また、腐植の値は草地更新時の石灰資材投入量の算出に使用します。

3 各養分の植物への利用経路

作物の養分供給には、スラリーや堆肥などの「有機物の投入」と「施肥」があります（図 61）。施肥は、肥料が水に溶解すると効果を発揮しますが、有機物は微生物に分解されてから利用可能となるため、肥料として効き始めるまで時間がかかります。

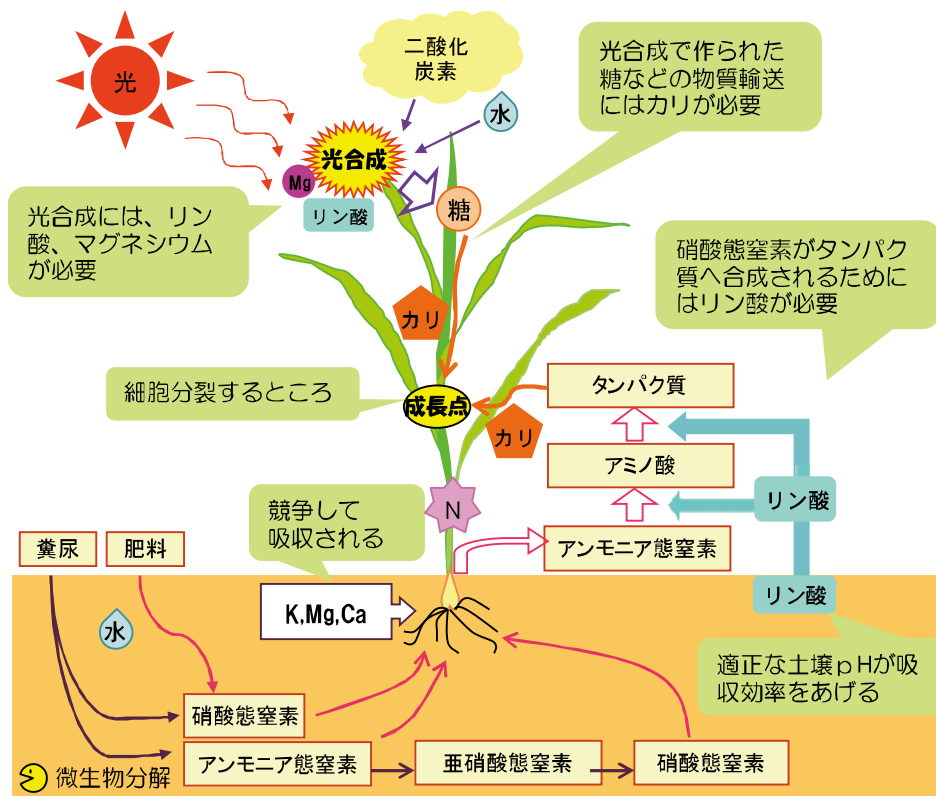
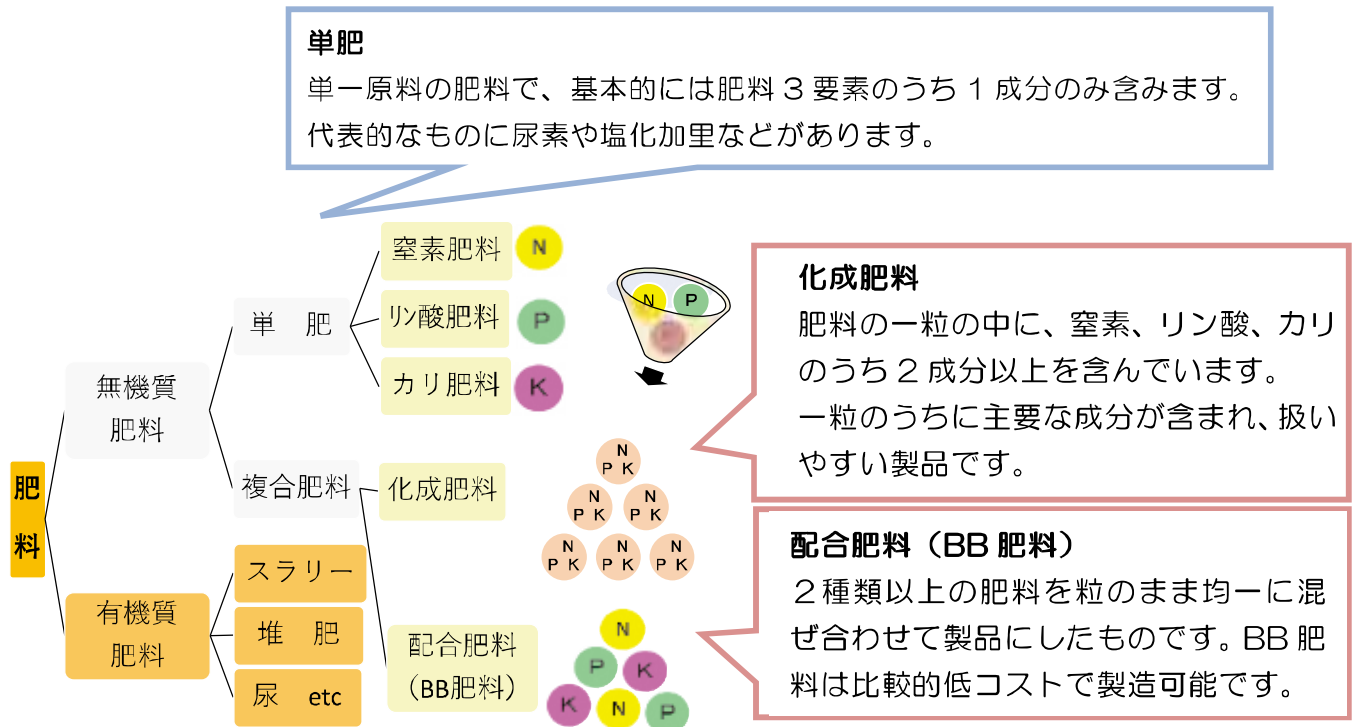


図 61 植物体における各成分の利用経路

4 肥料の種類

肥料を大きく分けると無機質肥料と有機質肥料に分かれます(図 62)。無機質肥料は、それぞれ製造方法が異なるので、溶けやすさや均一性が異なります。施肥内容を検討する際は、肥料の種類にもご注目ください。



緩効性肥料

肥料の流亡を防ぐため、肥効を調整して加工したものです。根室管内の酪農では、分肥や追肥をなくして省力化の効果をねらい、飼料用とうもろこし栽培などで活用しています。

図 62 肥料の種類と特徴

5 根室管内の土壌の傾向

過去3ヶ年（2016～2018年）にホクレン北見くみあい土壌分析センターで行われた土壌分析結果をもとに、根室管内における土壌化学性の傾向についてまとめてみました。

(1) 過去3年分の土壌分析の結果（維持管理草地）

基準値は前述で紹介したように、条件によって異なります。自分の農場の比較材料としてご活用ください。

また、分析値が大きく外れている場合は、分析方法（サンプリング、項目の記入）に誤りが無いか確認しましょう。

1) 土壌pH

土壌pHは、85%以上のほ場が適正值でした（図63）。土壌pHの適正化は肥料効率の向上につながるため、適正值を維持しましょう。

基準値を下回る場合は、石灰質資材の適宜施用や有機物の補給など、土壌改良を行いましょ

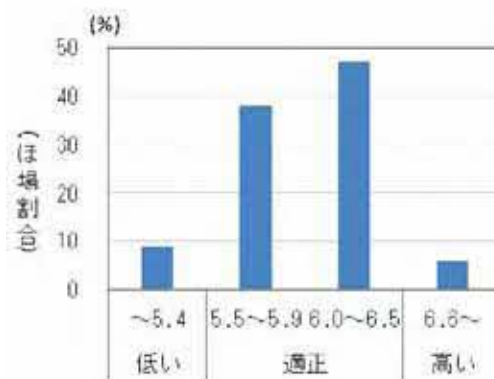


図63 土壌pHの傾向

2) 有効態リン酸（ブレイ第2法）

有効態リン酸は、適正值を大幅に上回るほ場が約42%ありました。適正值を大幅に上回る場合は、リン酸減肥を検討しましょう。肥料コスト削減などが期待できます。

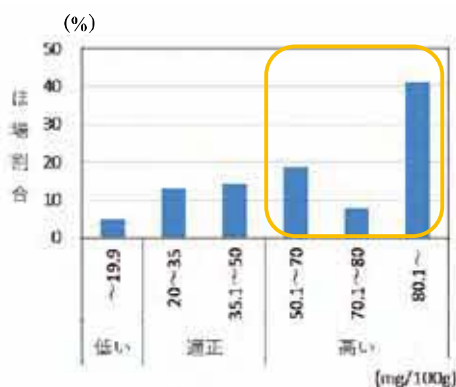


図64 火山性土（黒色）の有効態リン酸の傾向

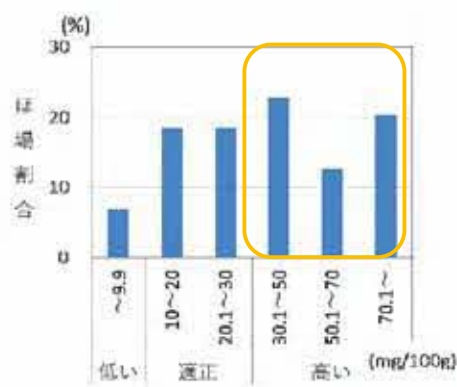


図65 火山性土（厚層）の有効態リン酸の傾向

3) 交換性カリ

交換性カリの適正值は条件によって異なりますが、適正值を大幅に上回るほ場が約41%ありました。適正值を大幅に上回る場合は、カリウム含量の高いスラリーや堆肥の投入量を考慮した上で、施肥内容の見直しを行いましょ

カリウムは栄養素の中でも吸収されやすい特徴があるため、過剰にあると石灰や苦土の吸収を阻害してしまいます。適正值の維持に努めましょ



図 66 火山性土(黒色)の交換性カリの傾向

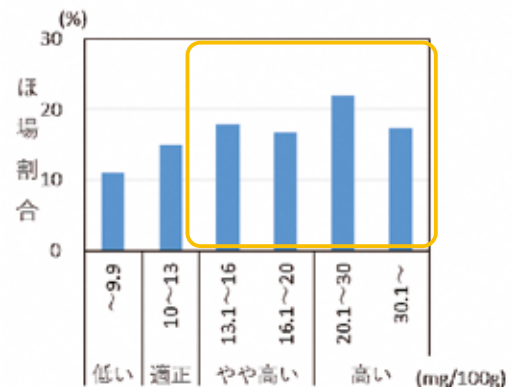


図 67 火山性土(厚層)の交換性カリの傾向

4) 交換性苦土

交換性苦土は、約 30%のほ場が適正値であり、バラつきが少ない傾向でした。

基準値を下回る場合は、施肥内容の見直しや苦土タンカルの散布が有効です。

高い場合は、石灰・苦土比に留意しつつ減肥を検討しましょう。

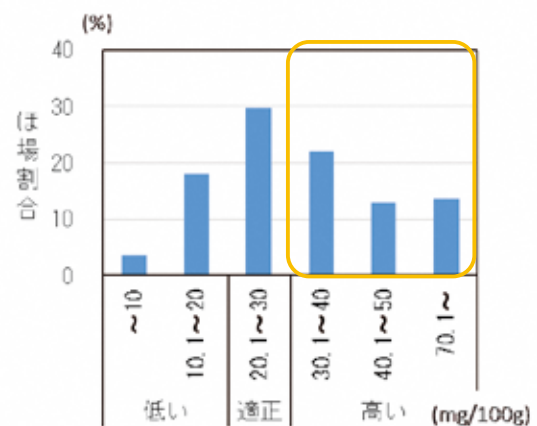


図 68 交換性苦土の傾向

5) 交換性石灰

交換性石灰は基準値よりやや低い傾向にありました。

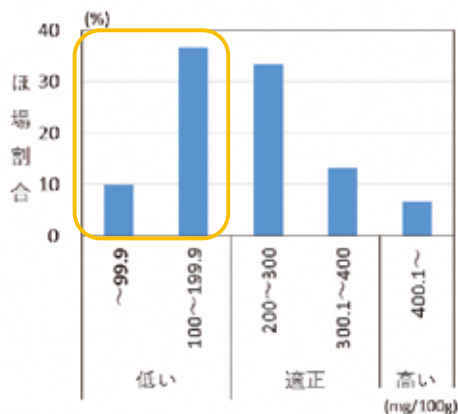


図 69 火山性土(黒色)の交換性石灰の傾向

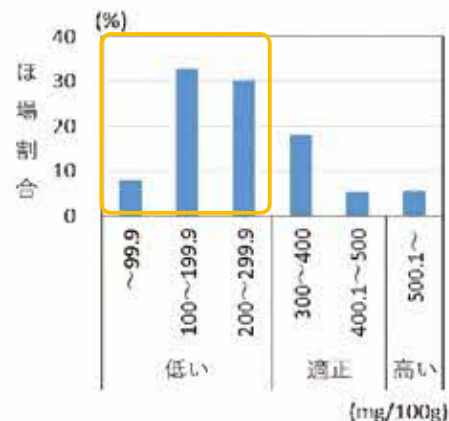


図 70 火山性土(厚層)の交換性石灰の傾向

基準値を満たしている場合は、交換性苦土との拮抗性を考慮して「石灰・苦土比」に注目して施肥改善を行うと良いでしょう。

基準値を下回る場合は土壌pHの調整を優先させて、タンカル散布や施肥内容の見直しを行いましょう。

(2) 過去3年分の土壌分析の結果（畑作園芸・分析点数 280）

1) 土壌 pH

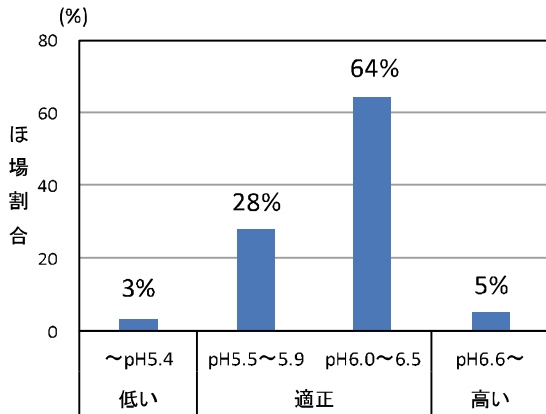


図 71 土壌 pH の傾向

土壌 pH は、90%以上のほ場が適正值でした（図 71）。

ただし、適正值より低いほ場が3%ありました。このようなほ場では、作付け前に石灰質資材を適宜施用し、pHを矯正しましょう。特に、てんさい、小麦、だいこん、ブロッコリーほ場では重要となります。また、ばれいしょほ場でそうか病の発生が懸念される場合はpH5.5を目安に管理しましょう。

ねっすいちゅうしゅつせいそ
2) 熱水抽出性窒素

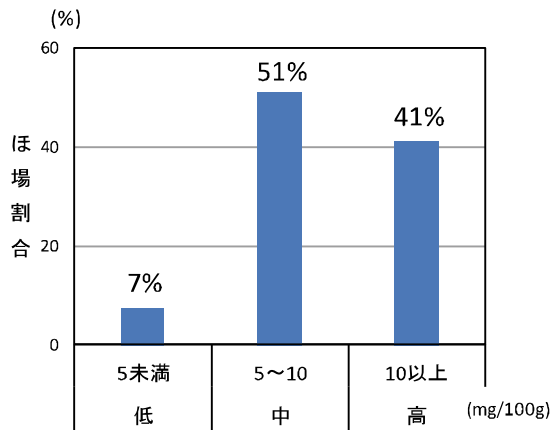


図 72 熱水抽出性窒素の傾向

約50%のほ場が”中”であり、約40%のほ場が”高”でした（図 72）。

腐植含量が高く、保肥力が高いほ場も多いと考えられることから、窒素施肥量は施肥標準量（北海道施肥ガイド 2015 による）か、それ以下に減肥可能なほ場が多いと思われます。

過剰な窒素施肥は、軟腐病などを助長しますので、分析結果をもとに、作物が健全な生育をしているか確認し、窒素施肥量を検討しましょう。

3) 有効態リン酸（トルオーグ法による）

基準値より低いほ場が、ばれいしょほ場では約60%、だいこん・ブロッコリーほ場では約70%見られました（図 73、74）。

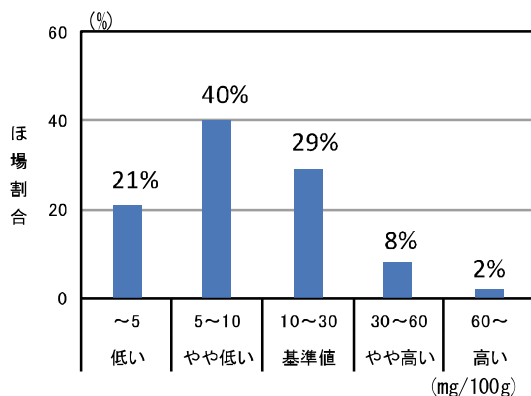


図 73 有効態リン酸の傾向
（ばれいしょほ場）

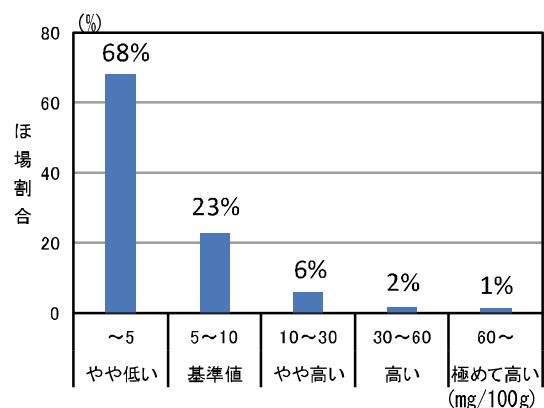


図 74 有効態リン酸の傾向
（だいこん・ブロッコリーほ場）

このようなほ場では、リン酸施肥標準量（北海道施肥ガイド 2015 による）以上の施肥量となるよう、肥料銘柄の選択などに留意しましょう。

4) 交換性カリ

ばれいしょ、だいこん・ブロッコリーとも、基準値内のほ場割合が最も高くなりました。また、ばれいしょほ場では、基準値より低いほ場が約 40%見られました（図 75、76）。

おおむねカリ施肥標準量（北海道施肥ガイド 2015 による）が適するほ場が多いですが、分析結果に応じて適宜増肥、減肥を検討しましょう。

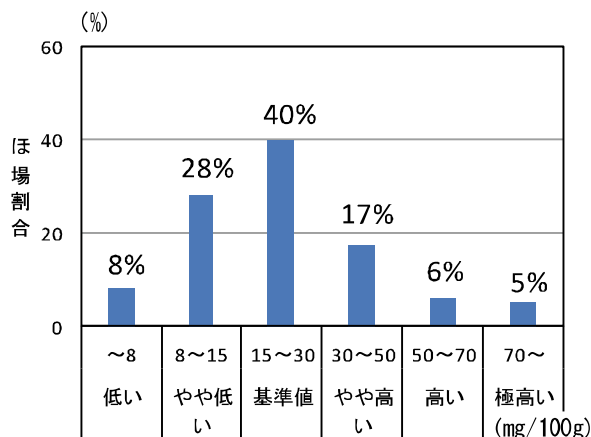


図 75 交換性カリの傾向
(ばれいしょほ場)

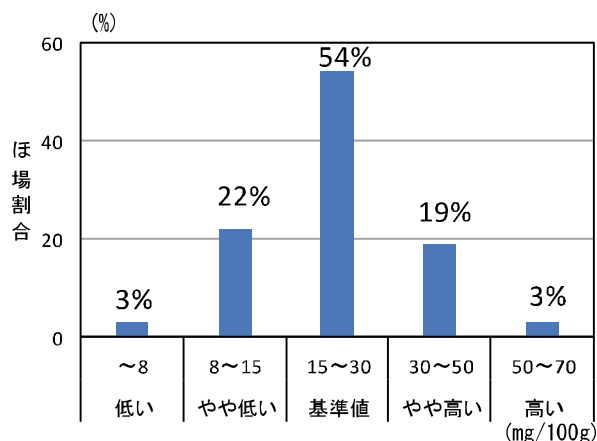


図 76 交換性カリの傾向
(だいこん・ブロッコリーほ場)

5) 交換性苦土

基準値より低いほ場が約 40%見られました（図 77）。このようなほ場では、苦土欠乏症状防止のため、苦土入り肥料銘柄の選択や苦土質肥料による改良を検討しましょう。また、pH 矯正時には、苦土タンカル、苦土生石灰等を施用しましょう。

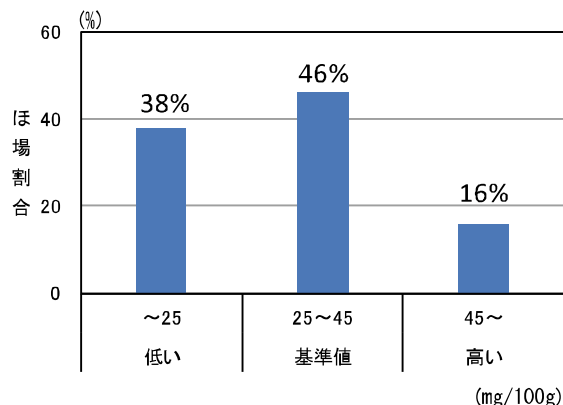


図 77 交換性苦土の傾向

6) 交換性石灰

基準値より低いほ場が約 30%見られました（図 78）。土壌 pH が適正值以下のほ場割合が 3%であったことを考慮すると、pH が適正であっても交換性石灰含量が低いほ場が多いと思われます。

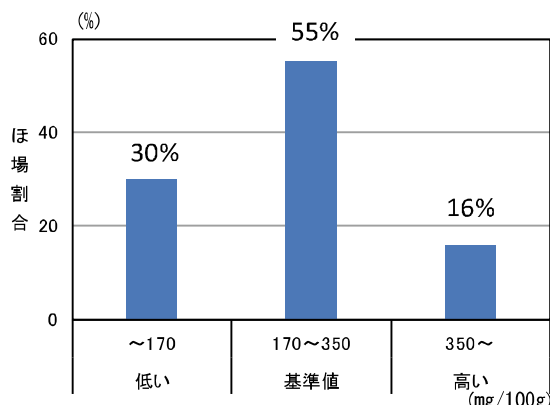


図 78 交換性石灰の傾向

(全分析サンプルが中粒質土壌であると仮定した場合)

7) 微量元素（マンガン・ホウ素）

易還元性マンガンは90%のほ場が基準値内でした。一方で、熱水可溶性ホウ素はだいこんほ場の98%で基準値より低く、他作物も含めた全体でも約40%のほ場で基準値以下でした（図79、80）。

だいこんほ場では、ホウ素欠乏により「赤しん症」発生の恐れがあるので、ホウ素入り肥料の施用をお勧めします。

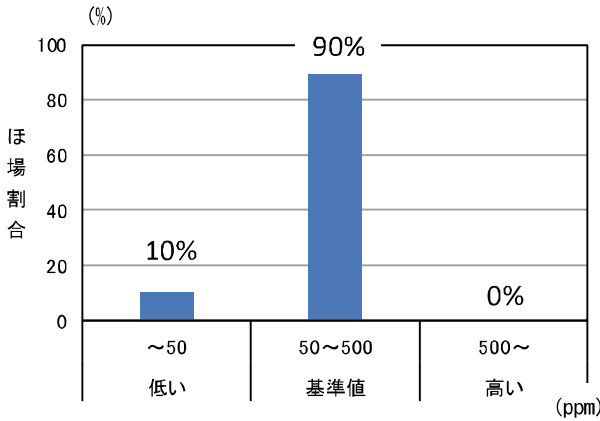


図 79 易還元性マンガンの傾向

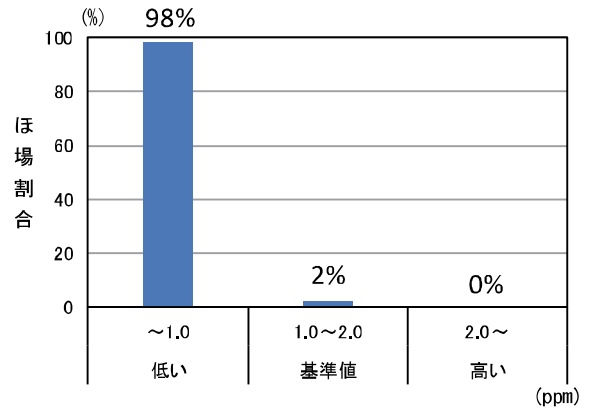


図 80 熱水可溶性ホウ素の傾向

（基準値はだいこんの場合。それ以外の野菜及び畑作物の基準値は0.5~1.0ppm。）

以上より、根室管内畑作園芸ほ場の全体的な傾向として、①窒素肥沃度が高い ②リン酸が不足 ③苦土が不足 ④pHは適正であるが石灰が不足 ⑤ホウ素が不足といった傾向が見られました。

ただし、あくまで全体の傾向です。個別の分析結果をもとに、ほ場毎の養分の過不足にあった施肥を検討することで、生育の健全化や肥料コスト低減につながる可能性があります。

土壤診断を活用して適正な窒素施肥を行い、病害や過繁茂（倒伏）を防ごう!!



写真 14 だいこん軟腐病



写真 15 倒伏したばれいしょほ場