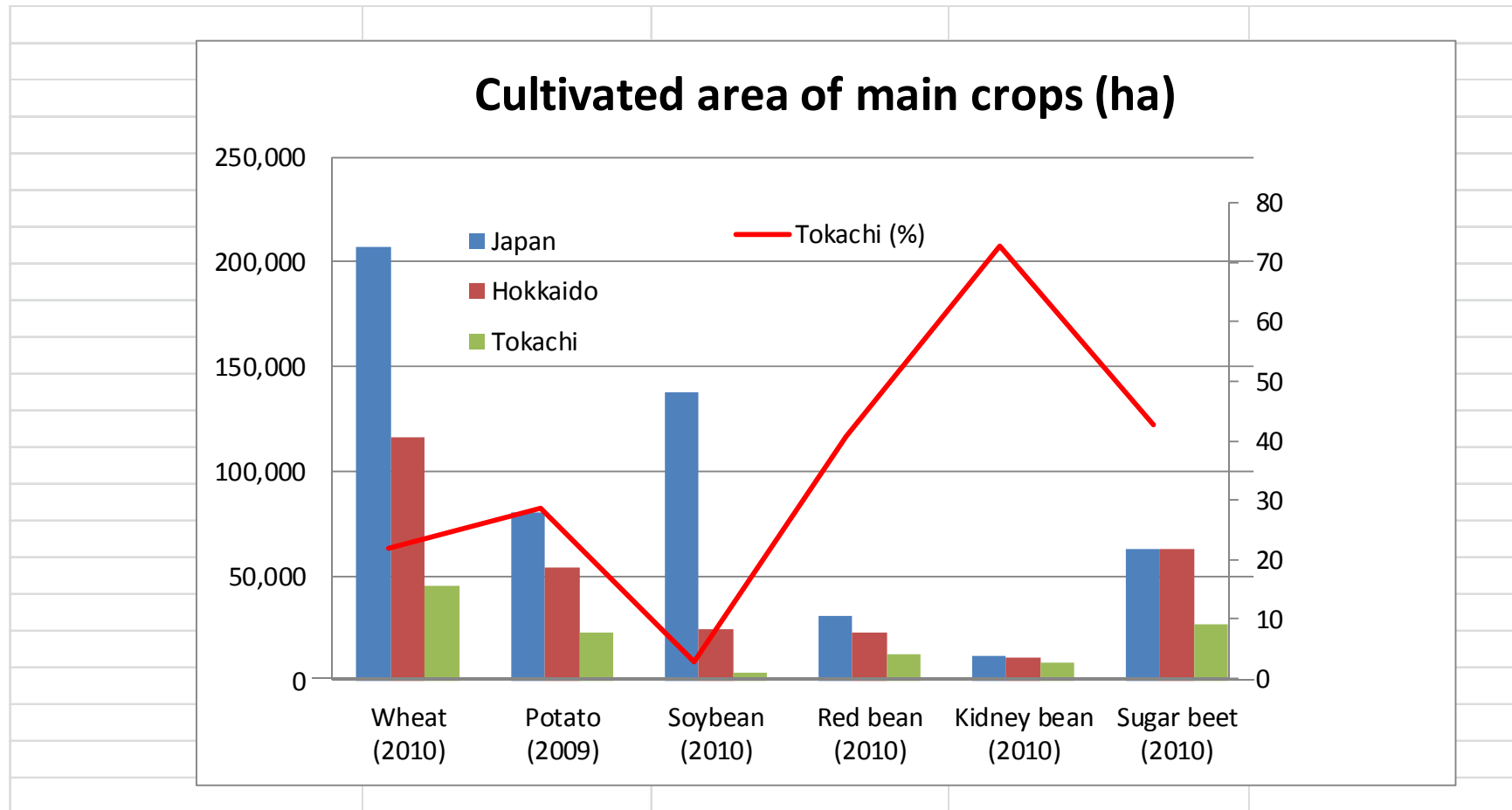


土壤診断

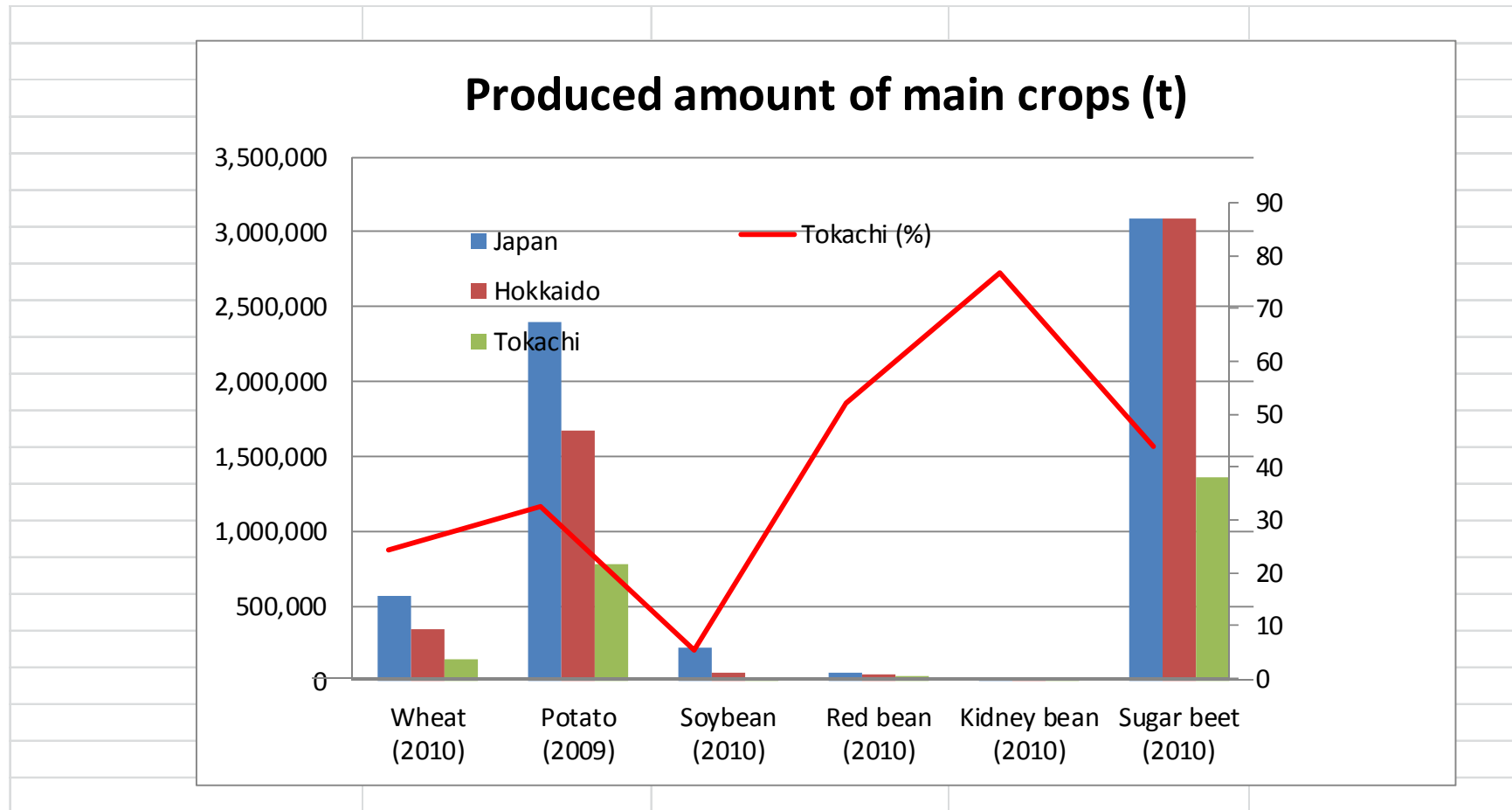
植物生産土壤学15



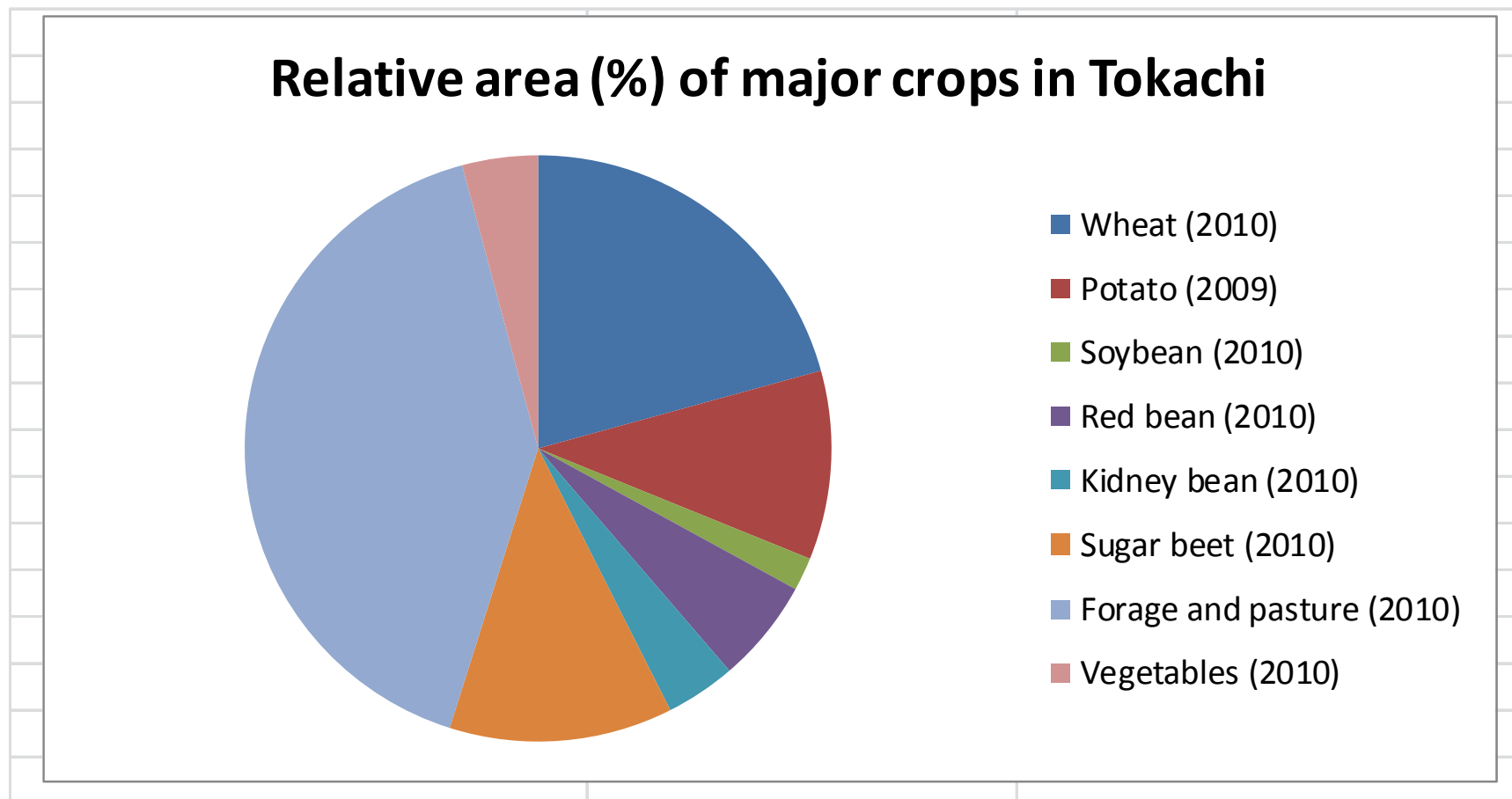
主要な畑作物の栽培面積



主要な畑作物の生産量 (t)



十勝における作物栽培面積の割合(%)



土壌診断の目的1

- 作物の生育を阻害する土壌の要因を見つけ出し、それを改良する。

→

酸性矯正

リン酸資材の施用

排水改良

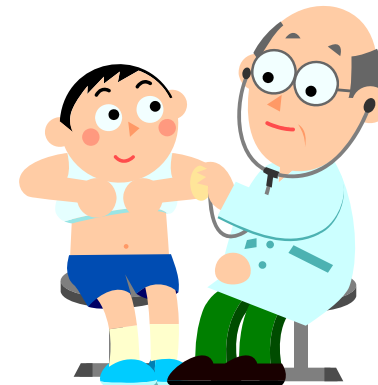


土壌診断の目的 2

- 土壌の養分状態に対応して、作物の生育に必要な養分肥料分を過不足なく供給する。



施肥診断技術



土壤診断の目的 3

クリーン農業への貢献

←過剰な施肥が環境を汚染



作物の養分吸収量
土壌の養分保持能
現在の養分蓄積量
を把握する



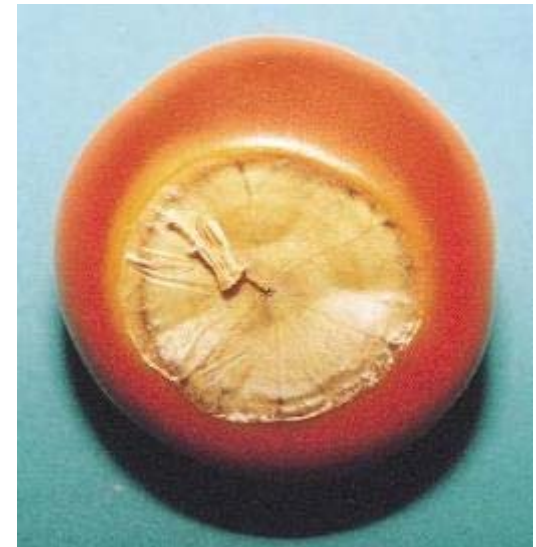
土壤養分状態を主因とする 作物生育障害

- ばれいしょのそうか病
(土壤のpH)
- 水稻の不稔・軟弱化
(窒素過多、ケイ酸不足)
- 野菜類の抽苔(ちゅうたい)促進
(リン酸過剰)



土壤養分状態を主因とする 作物生育障害(続)

- 野菜類の石灰欠乏
(塩基のアンバランス)
- 野菜類の内部品質の低下
糖分・ビタミンの低下
(硝酸蓄積)



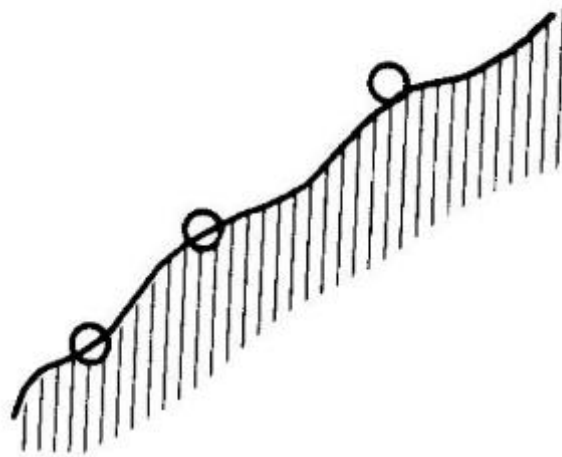
試料採取法1

均質で平な圃場



- 1枚のほ場から5ヶ所
採取する。

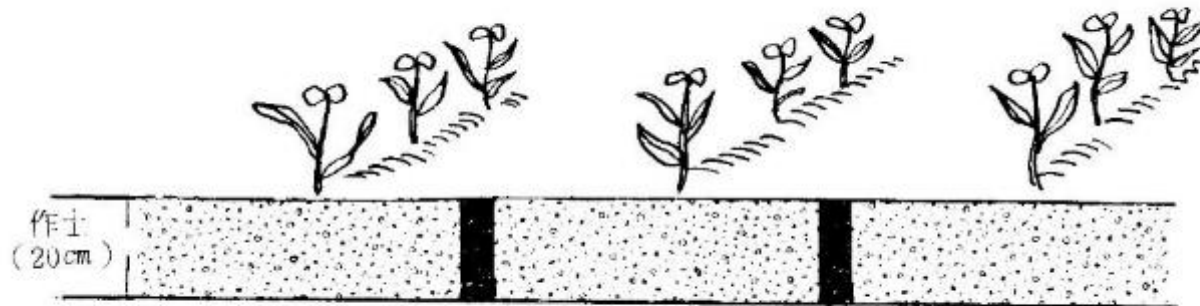
試料採取法2 傾斜地の場合



- 上部、中部、下部に分けて採取し、
各3～4ヶ所から採取する。
(特に樹園地)

試料採取法3 平畝の場合

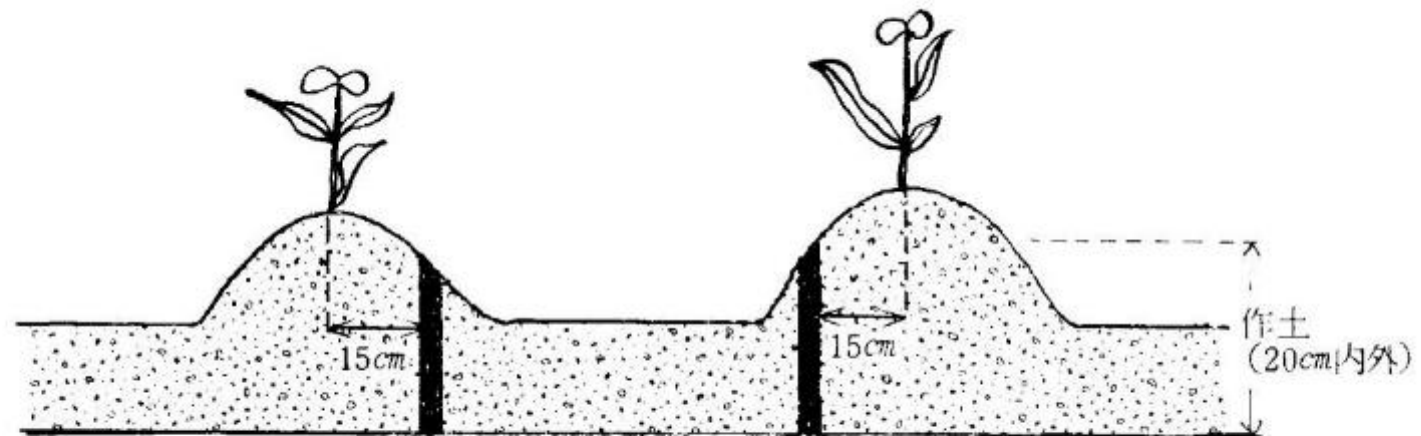
○平 畦



畦間の中心部

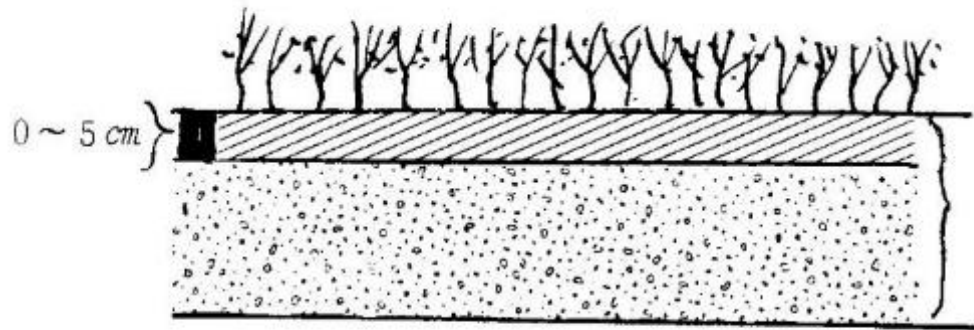
試料採取法4 高畝の場合

○高 畦



畦中心から15cm離れた畦の背

試料採取法5 草地の場合



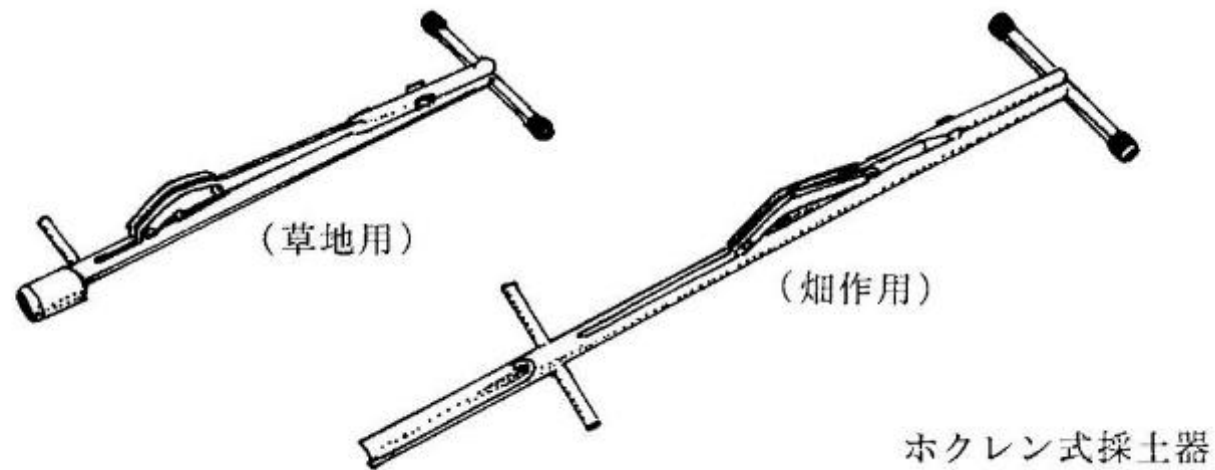
※採取に当って地表面の枯
草等は分析誤差になるの
で除くこと

試料採取法6

用具

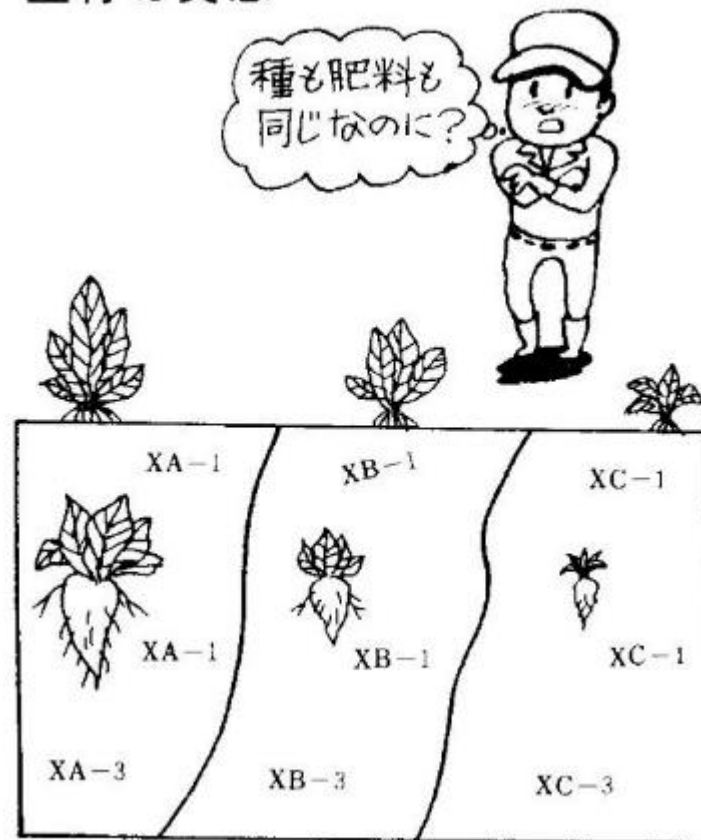
(1) 土壌の採取に必要な用具

1. ホクレン式採土器
2. 土壌分析申込書
3. サンプル袋
4. ポリバケツ
5. ゴムバンド
6. マジック
7. メモ帳 (ボールペン)
8. その他



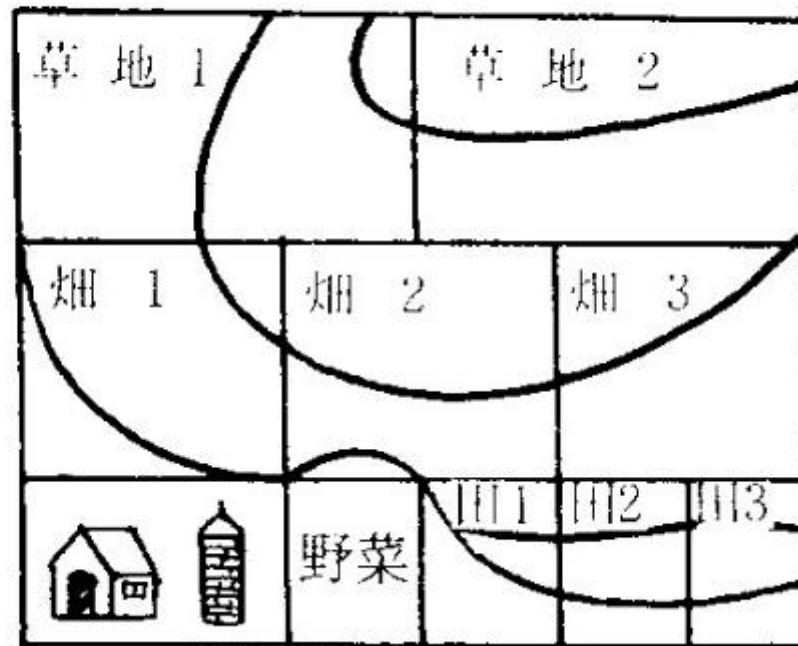
試料採取にあつたての 留意点1

- 生育の実態



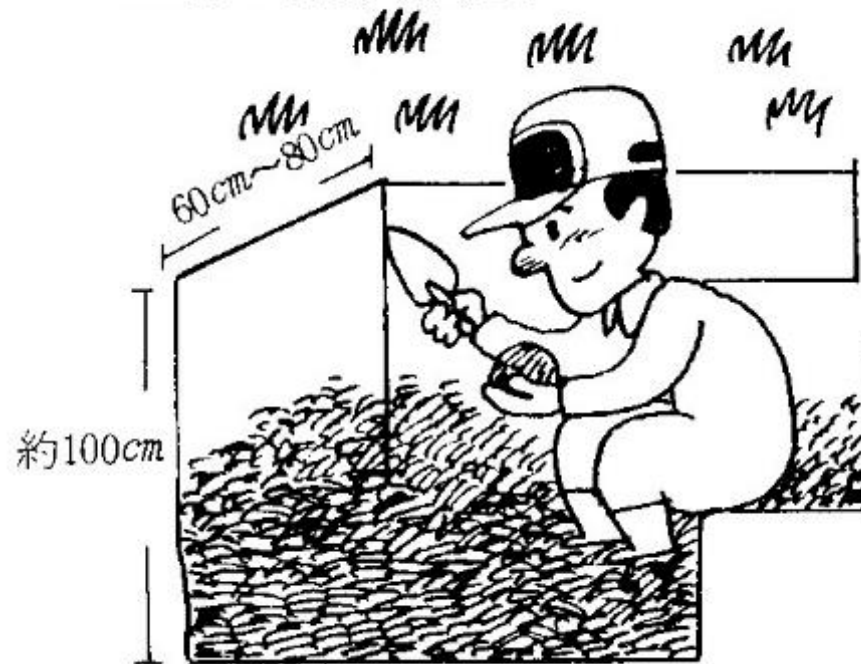
試料採取にあつたての 留意点2

- ほ場の土壌区分



断面調査の勧め

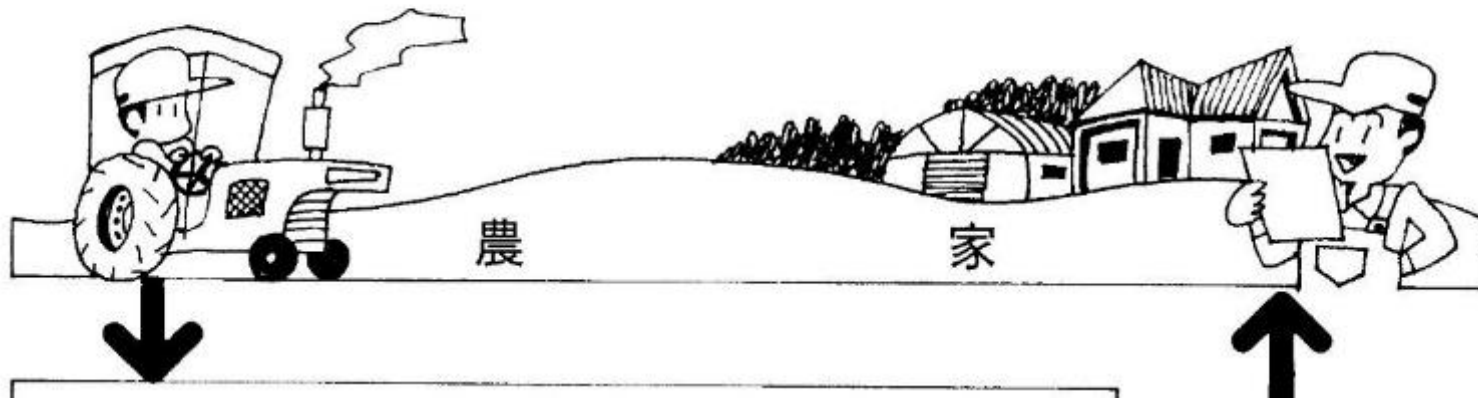
・ 土壌の断面調査



作土の深さ
作土と下層土の
土性
土の色
砂・れきの出現位
置
火山灰
しめりけ

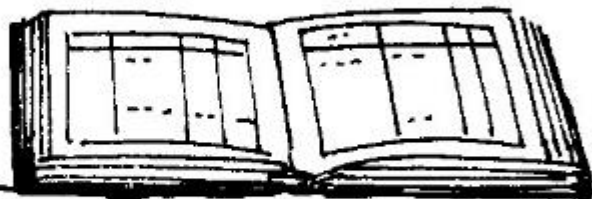
土壌診断のしくみ1

1. くみあい土壌分析センターのしくみ




土壌診断のしくみ2

1. ほ場管理台帳の作成



- ①ほ場区画図
- ②土地改良、土壌改良資材用の実績
- ③近年の成育、収量、品質の実績
- ④施肥管理の実態

土壌診断のしくみ3

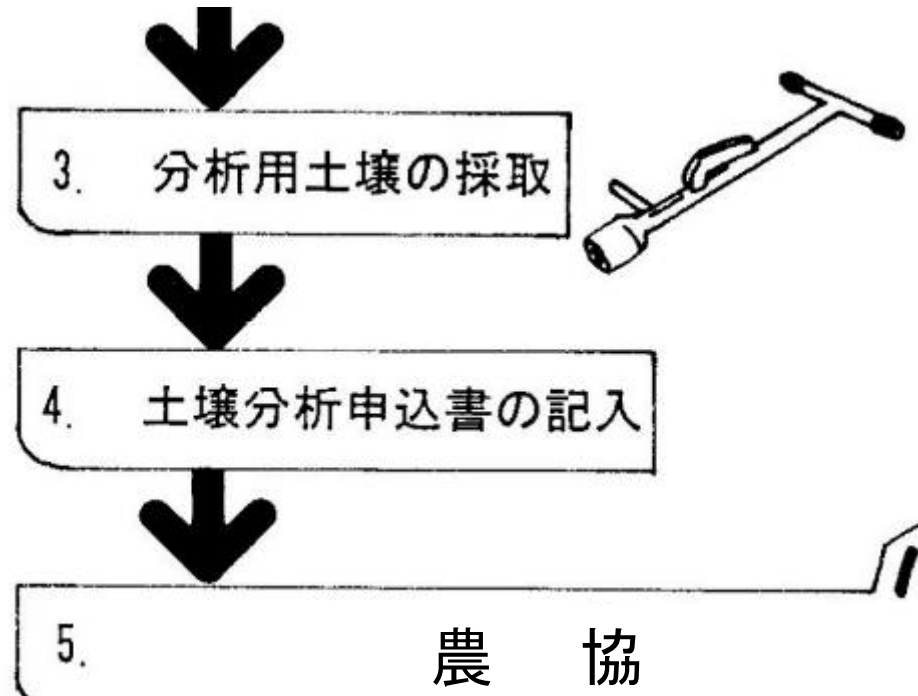


2. 土壌の断面調査

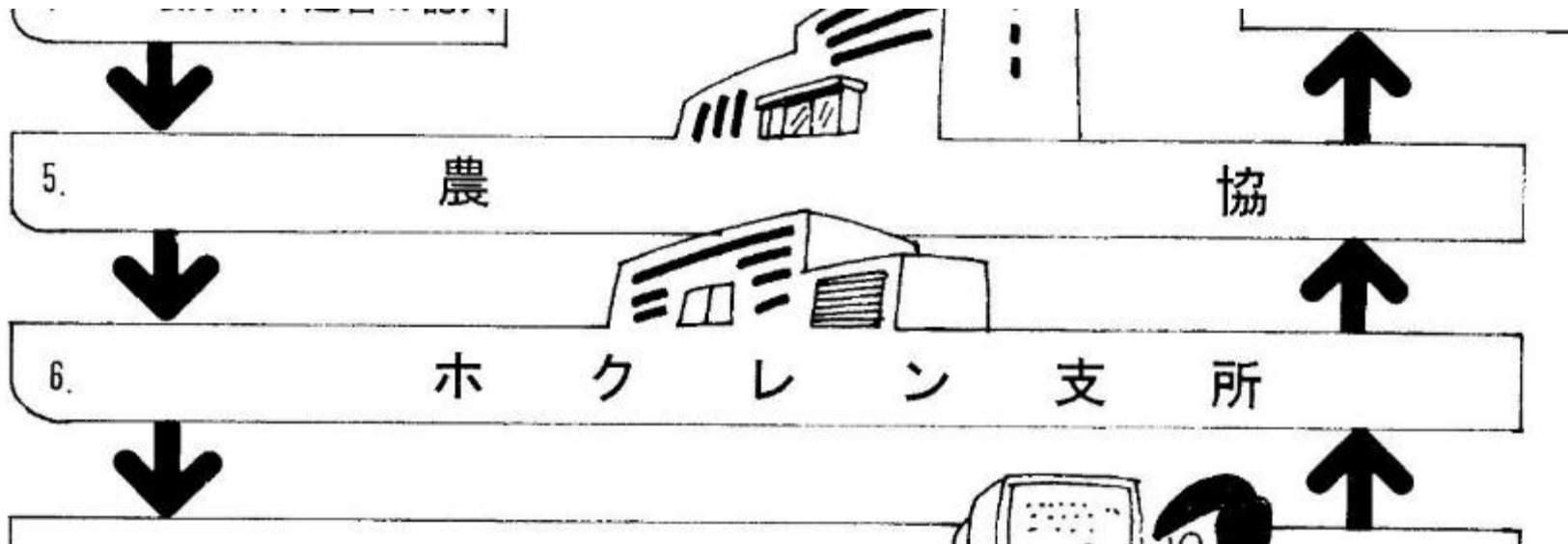
- ①作土の深さ
- ②作土と下層土の土性
- ③土の色
- ④砂、礫の出現位置



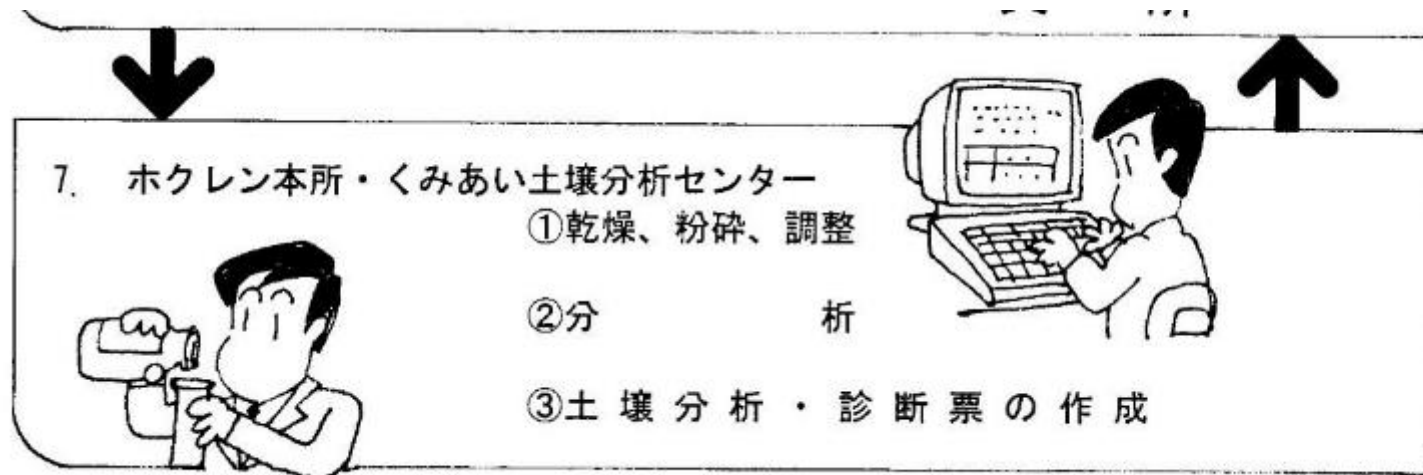
土壌診断のしくみ4



土壌診断のしくみ5



土壌診断のしくみ6



十勝では、十勝農協連農産化学研究所

土壌診断のしくみ7



土壌診断結果の
指導・助言

地区協議会
普及所
市町村
関係機関
農協
ホクレン

圃場管理台帳の紹介

(愛国の農家 細野さん)



土壌診断の実際

(JICA実習の様子)



圃場で



実験室で

土壤試料の乾燥



土壤のふるい分け (2mm)



調製乾燥済みの土壌試料



各土壌診断項目について



pHメーターとECメーター



pH(H₂O)

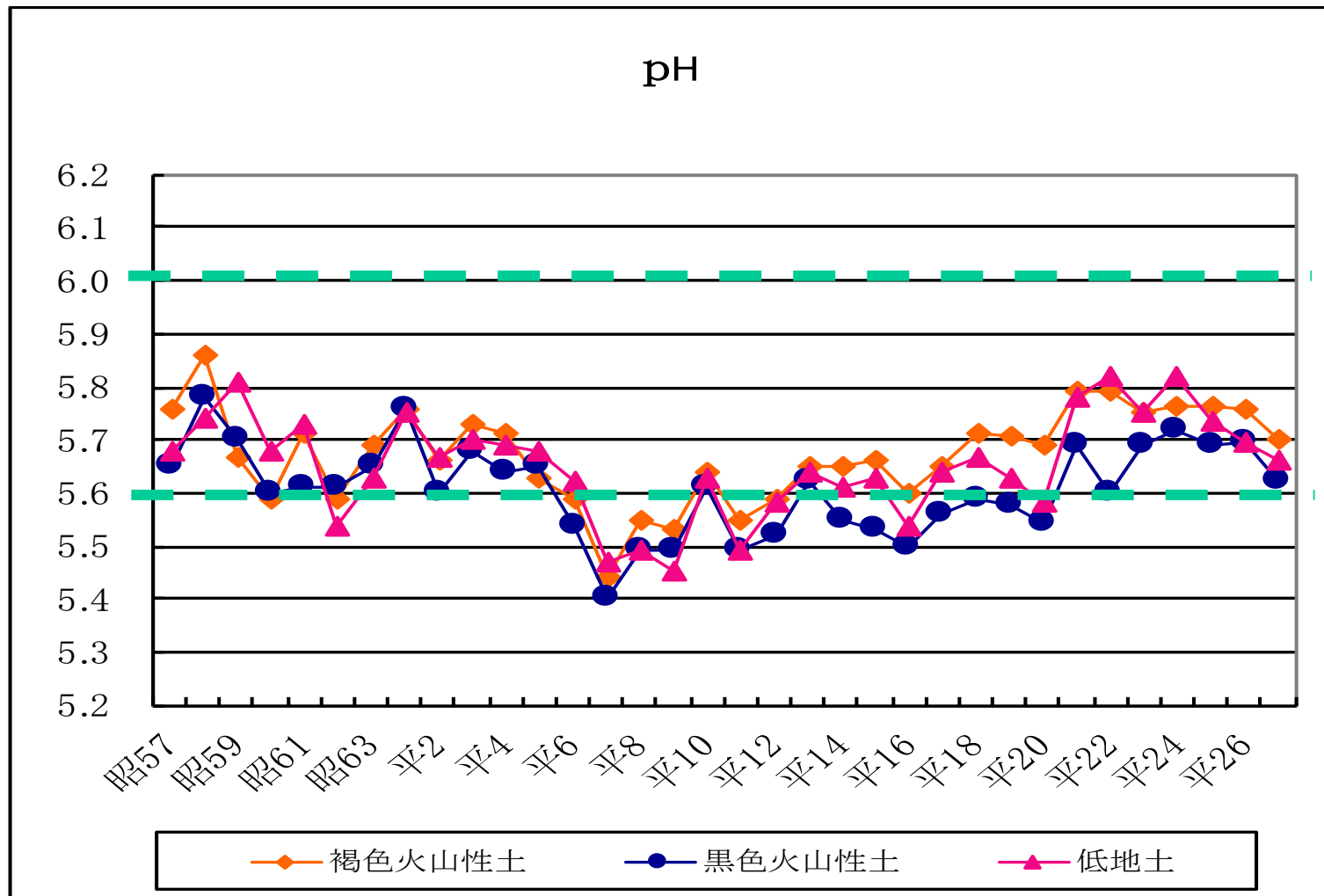
- 土壌溶液中に遊離の状態で存在する水素イオンの量のめやす
- $\text{pH} = -\log(\text{H}^+)$
- 土壌10g に25 ml の純水を加え、30分振とうし、けんだく状態でpHを測定する。

pH(H₂O)に影響する要因

- 施肥
- 作物による養分吸収
- 季節変化 降雨の多寡
- 二酸化炭素の分圧
- 土壤微生物の活動 有機物の分解
- 塩基の飽和度
- 塩基の溶脱
- 窒素の形態変化 (NH₄⁺, NO₃⁻)

土壌pH(H₂O)の意味

5 以下	強酸性
5.0 – 5.5	酸性
5.5 – 6.0	弱酸性
6.0 – 6.5	微酸性
6.5 – 7.0	中性
7.0 – 7.5	微アルカリ性
7.5 – 8.0	弱アルカリ性
8.0 – 8.5	アルカリ性
8.5 以上	強アルカリ性



普通畑では 5.5-6.0 が適正值

十勝の農耕地土壌pHの変化

十勝農協連農産化学研究所データ

pH(KCl)

- 粘土や腐植のマイナス荷電に静電的に保持された水素イオンと Al^{3+} の量を反映する。
- 塩基性イオンによる飽和度が低いほどpH(KCl)は低くなる。
- 土壌10gに1MKCl 25 ml を添加し、30分振とう。けんだく状態でガラス電極法でpHを測定する。

pH(KCl)の意味すること

- 土壌のアルミニウム飽和度と高い関連
- pH(KCl) < 5.2
 - 交換性のアルミニウムイオンの存在
 - 作物生育の阻害
- $\text{Al}^{3+} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})^{2+} + \text{H}^+$
- $\text{Al}(\text{OH})^{2+} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_2^+ + \text{H}^+$

pH(0.01M CaCl₂)

- 季節変化の影響をマスクするため、
- 実際の作物の根圏環境を反映するためには、薄い塩の存在下での pH の方が適している。

pHが植物生育に及ぼす影響

- 水素イオンが根の働きを阻害
- アルミニウムイオンの濃度増大 (1 ppm以上で生育阻害)
- 窒素、リン酸、カリウム、カルシウム、マグネシウム、ホウ素、モリブデンの吸収阻害と欠乏症状 (酸性で)
- 銅、亜鉛、マンガン、鉄の過剰 (酸性で)
- 銅、亜鉛、マンガン、鉄の欠乏 (アルカリ性で)

電気伝導度 (EC)

- 土壌溶液中の水溶性塩類の総量を反映する。
- 土壌10g に50 ml の純水を加え、30分振とう後、けんたく状態で測定
- 単位はmS/cm あるいは μ S/cm

dS/m (国際単位系で推奨) = mS/cm

(S: ジーメンス)

ECの意味

- 硝酸態窒素含量と相関が高い
- 低すぎれば生育不良 ($< 0.1 \text{ mS cm}^{-1}$)
- 高すぎれば濃度障害 ($> 1 \text{ mS cm}^{-1}$)
- ECに応じて施肥量を調節する

施設土壌におけるpHとECの診断

pH(H ₂ O)	7.0	石灰が多い →硫酸系肥料の施用	肥料過多→ 無肥料栽培・ 湛水除塩
	5.5	肥料不足→ 肥料と有機物の施用	窒素肥料過剰→ 多かん水・ 湛水除塩
		適正域	
	0.4	1.0	
	EC (mS/cm)		

施肥前ECによる元肥(N,K) 施肥量の目安 (dS m⁻¹)

土壌の種類	< 0.3	0.4-0.7	0.8-1.2	1.3-1.5	1.6 <
腐植質 黒ボク	基準施肥量	2/3	1/2	1/3	無施用
砂質・ 細粒質	基準施肥量	2/3	1/3	無施用	無施用
砂丘未 熟土	基準施肥量	1/2	1/4	無施用	無施用

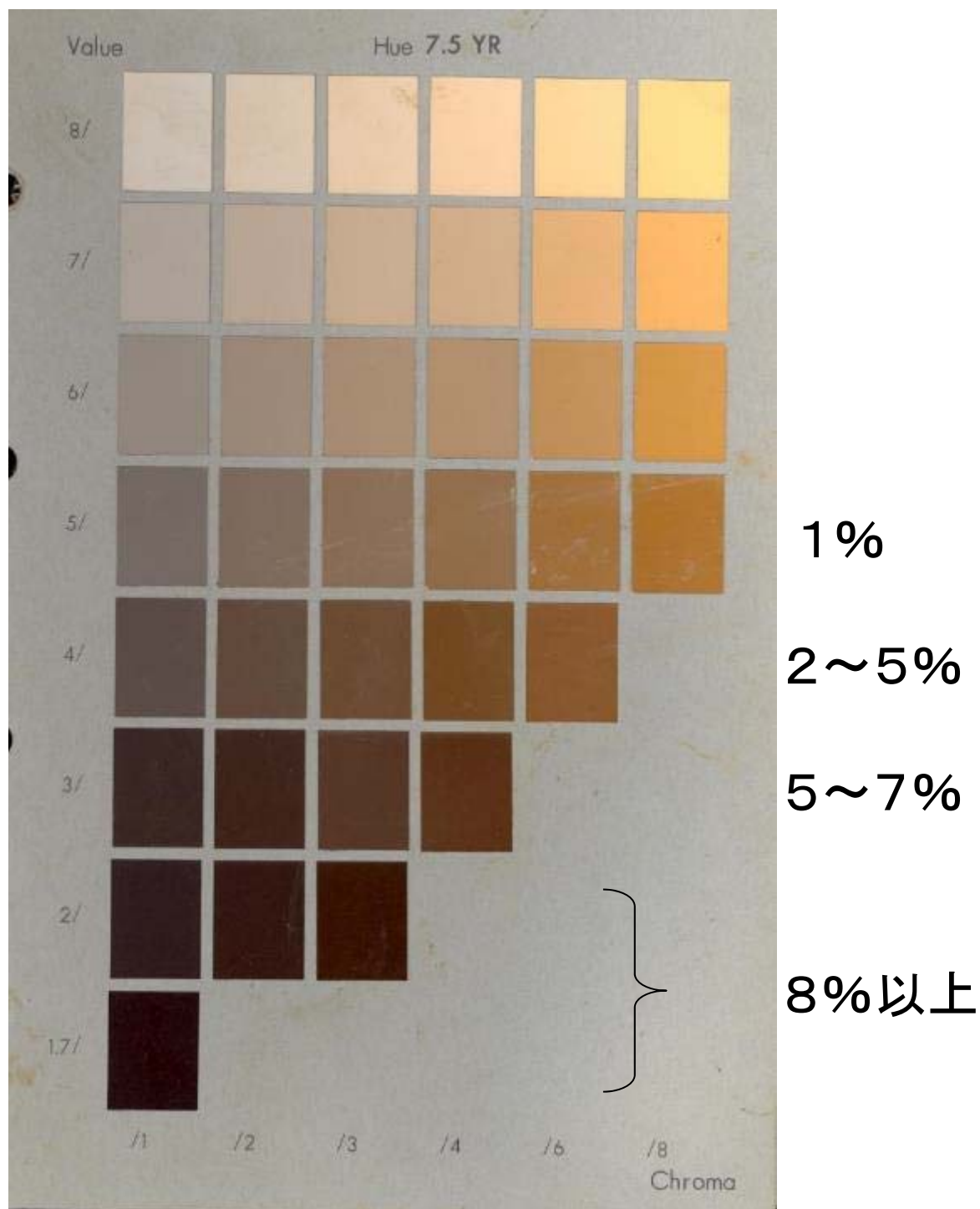
普通畑の場合

腐植

- 腐植＝土壤有機物
- 測定法
- 土色による簡易判定
- チューリン法（重クロム酸酸化・滴定法）
- 乾式燃焼法（機器分析）

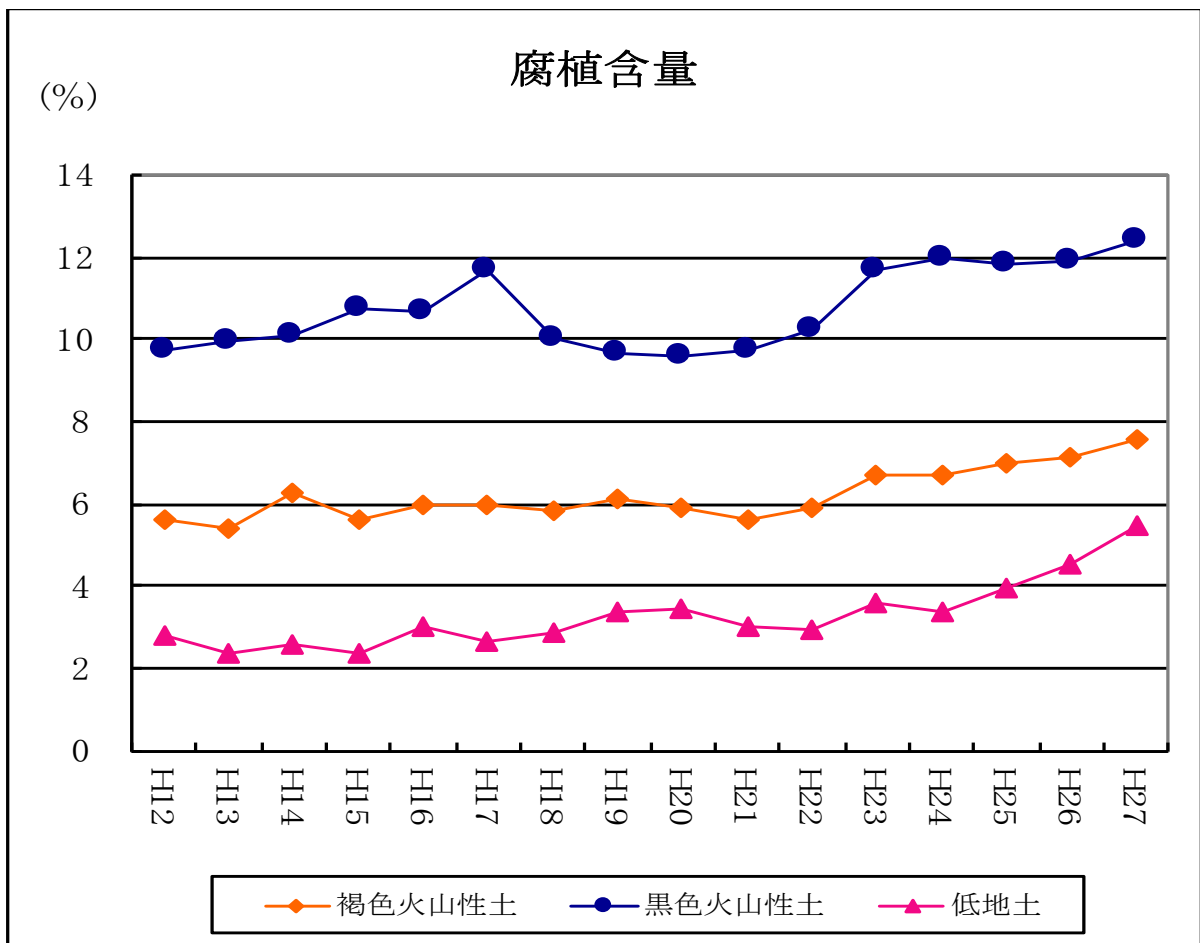
標準土色帖 7.5YRの ページ

土色と腐植含量
の関係



腐植の意義

- 一般に腐植含有量の多い土壌は肥沃度が高く、管理がしやすい。
- ただし例外もある → 黒ボク土の場合
- 窒素などの養分の供給
- 水分の保持
- 養分の保持(陽イオン交換容量)
- 団粒構造の形成



十勝の農耕地土壌腐植含量の変化

十勝農協連農産化学研究所データ

無機態窒素

- アンモニウム態窒素
1N KCl, 2N KClなどで抽出
- 硝酸態窒素
純水、1N KCl, 2N KClなどで抽出
- 水蒸気蒸留滴定法や比色法で定量する。
- 即効的な窒素成分量

可給態窒素

- 潜在的な窒素生成量の推定
- 一定期間(4週間)保温静置後
生成する無機態窒素の総量を測定する。
- 畑状態および水田状態での保温静置

- 測定に時間がかかること
- インキュベータが必要なことなどが問題

リン酸緩衝液抽出法 (可給態窒素簡易評価法)

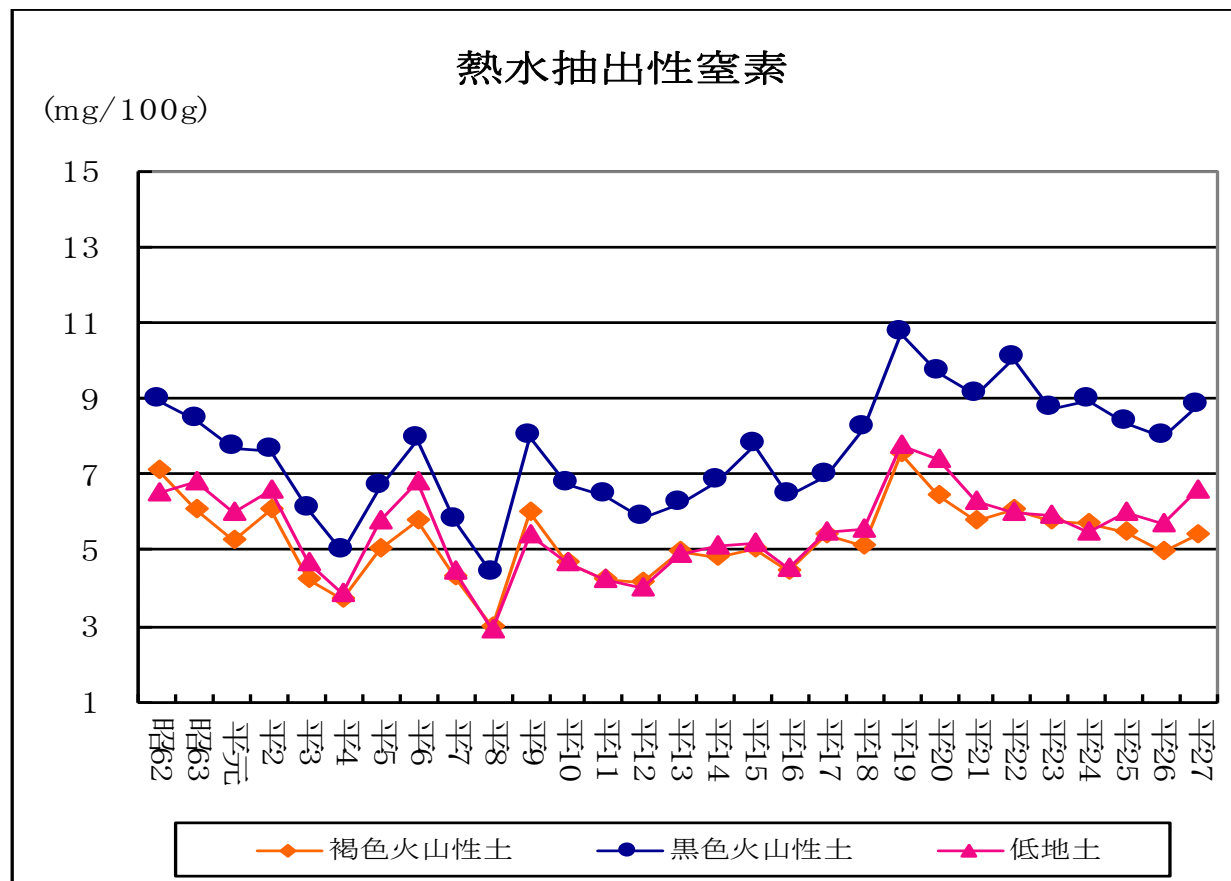
- 抽出される窒素量あるいは抽出液の吸光度(420nm)は保温静置によって生成する窒素量と高い相関を示す。
- 最近、この方法で抽出されるタンパク質が一部の作物に直接吸収されるという報告があり話題になった。(PEON)
- このタンパク質の実態があいまいなため疑問視されている。

熱水抽出窒素

- 可給態窒素のめやすのひとつ
- 十勝農協連農産化学研究所の土壌診断で用いられている。

熱水抽出窒素による窒素施肥量の指標(てんさい)

熱水抽出窒素 (mg / 100 g)	窒素施肥量 (kg / 10 a)
1, 2	24
3, 4	20
5, 6	16
7, 8	12
9, 10	8
11 以上	8



十勝の土壤熱水抽出性窒素の変化

十勝農協連農産化学研究所データ

全窒素

- ケルダール分解法（濃硫酸＋硫酸カリウム＋触媒(Cu, Hg, Seなど)）
有機態窒素 → NH_4^+
- 機器分析（乾式燃焼法）
- 炭素量と比較してC/Nを求める
- 窒素無機化のパターンや速度と関連

ケルダール窒素蒸留装置



施用有機物からの窒素の放出

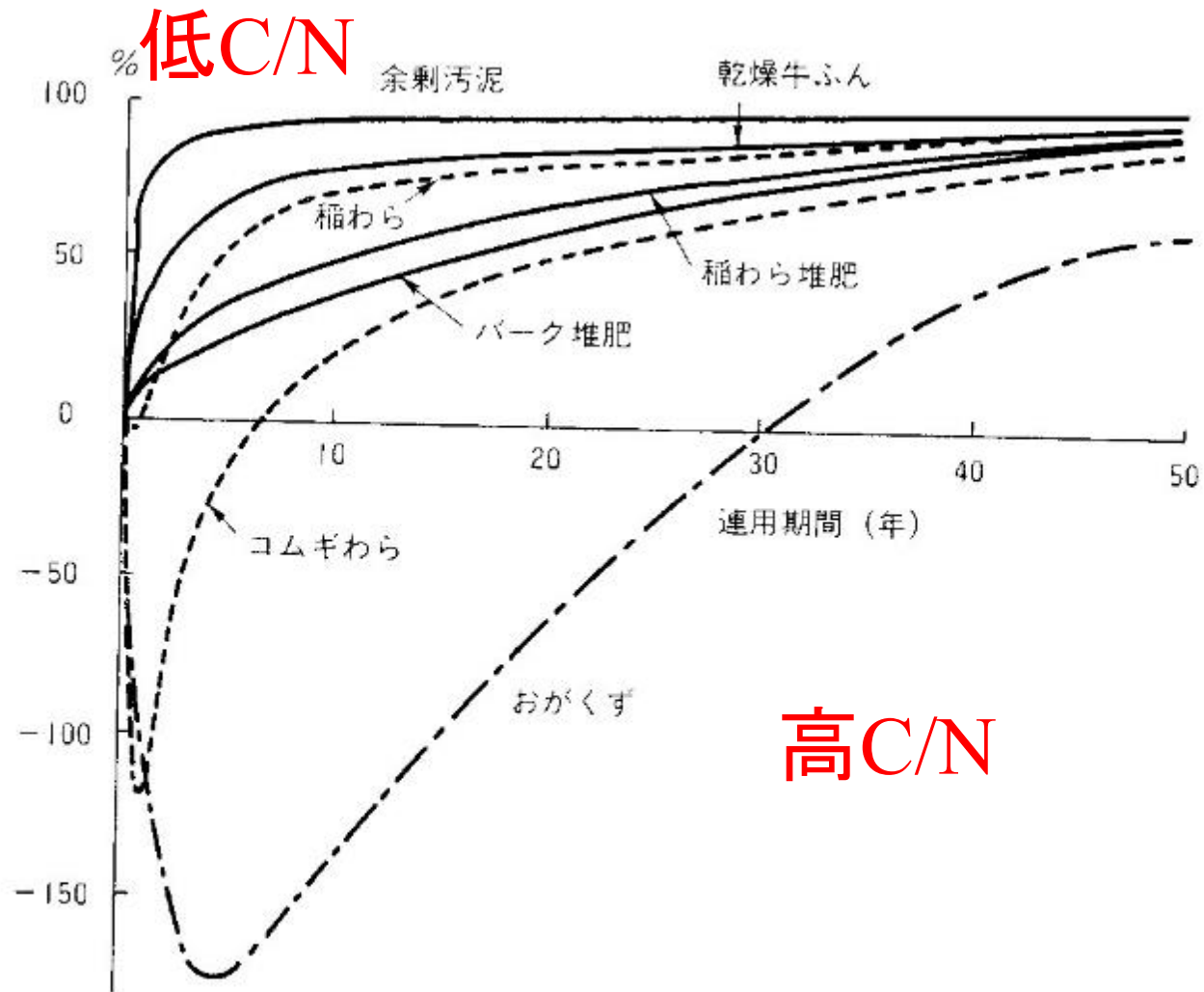


図10 有機物連用の場合の炭素の集積率，毎年の窒素の放出率の予測値
1年間に添加する量を100とした場合 (志賀ら, 1985)

可給態リン酸

- 土壌中のリン酸のうち、植物が容易に吸収できる形態のリン酸
- 各種の抽出法が提案され、作物生育との相関が検討されている。
- 土壌の種類ごとに最適な抽出法が異なる。
- 日本では作物ごとに適用する方法が定められている。

可給態リン酸

- トルオーグ法 (苗床、畑地、樹園地に適用)
- ブレイ第2法 (水田、草地に適用)
- オルセン法 (アルカリ性土壤に適す)
- 2.5%酢酸抽出法 (Ca型リン酸。小麦の生育と相関が高い。)

フローインジェクション分析による CECと可給態リン酸の定量



トルオーグ法

- 0.001 M 硫酸 (0.3%硫安含有)
- 土壌:抽出液 1:200
- 30分しんとう
- モリブデンブルー比色法
- 主としてカルシウム型リン酸
- 適用
→ 普通畑 野菜畑 樹園地 水田育苗土

ブレイNo2 法

- 0.03M NH_4F 0.1M HCl
- 土壌:抽出液比 1:20 (草地土壌)
1:10 (水田土壌)
- しんとう時間 1分
- Ca型リン酸, Al型+Fe型リン酸の一部
- 適用 水田土壌
草地土壌

オルセン法

- 土壌5gに
- 0.5 M NaHCO_3 100ml + 活性炭 1g
- 30分しんとう
- 適用 中性以上のpHの土壌に適す

2.5% 酢酸抽出法

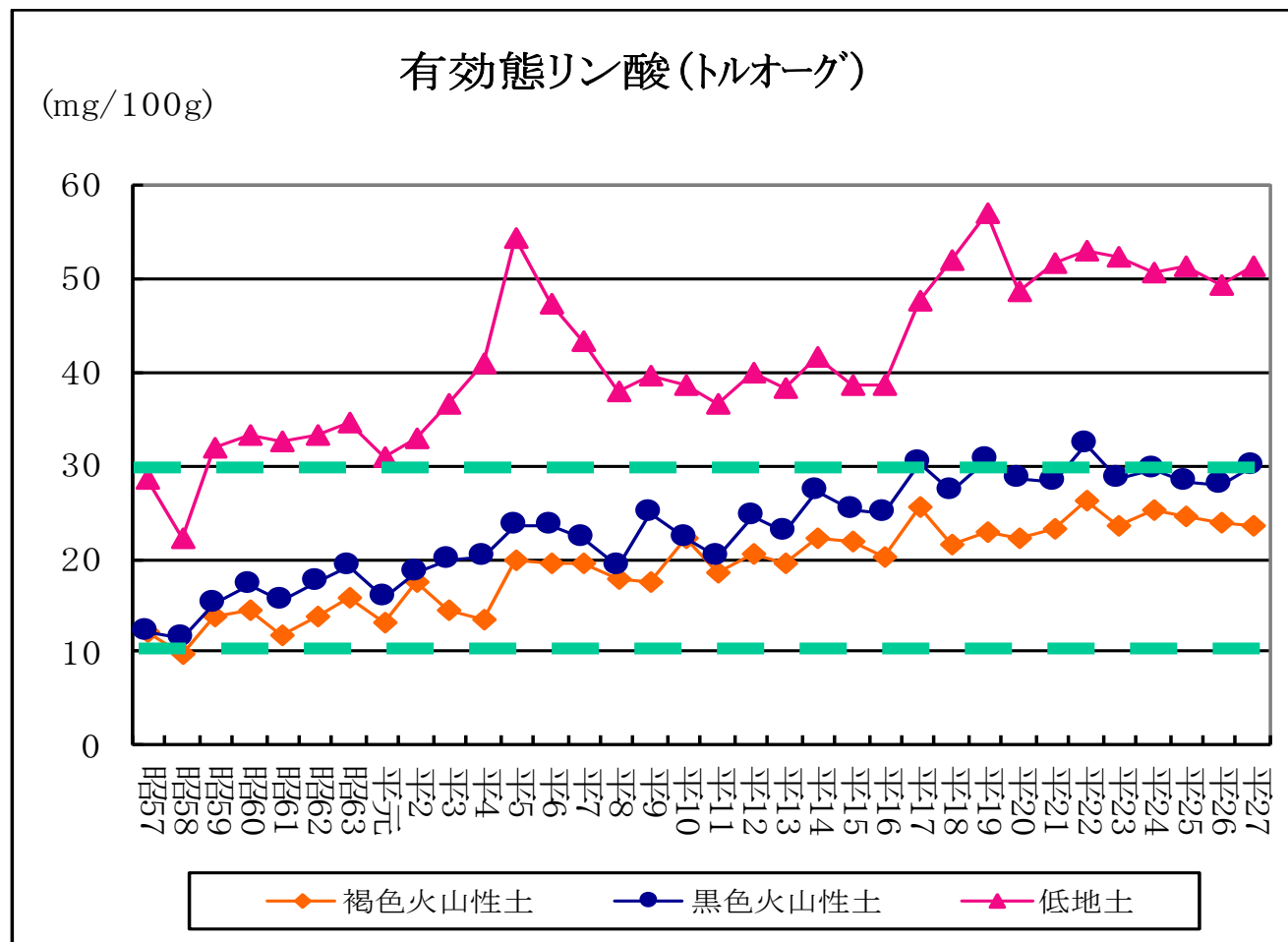
- 土壌1gを2.5%酢酸100mlで1回、
1N 塩化アンモニウム50mlで2回抽出する
- カルシウム型リン酸の抽出
- 適用 小麦畑（広く用いられてはいない）

可給態リン酸(トルオーグ法)と 普通畑作物への施肥のめやす

可給態 P ₂ O ₅ mg/100g	診断	リン酸肥料施肥 量
0 - 5	少ない	150% に増
5 - 10	やや少ない	130% に増
10 - 30	適正	基準施肥量
30 - 60	やや多い~多い	80% に減
> 60	過剰	50% に減

可給態リン酸(トルオーグ法)と 野菜類への施肥のめやす

可給態P ₂ O ₅ mg/100g	診断	リン酸肥料施肥 量
<10	少ない	120%に増
10 - 20	やや少ない	基準施肥量
20 - 50	適正	基準施肥量
50 - 100	やや多い~多い	50 - 80%に減
> 100	過剰	無施肥



普通畑では10-30 mg が適正值

十勝の農耕地土壌可給態リン酸の変化

十勝農協連農産化学研究所データ

リン酸吸収係数

- 土壌のリン酸固定力の指標
- 乾土25gにpH 7.0 25g/l リン酸アンモニウム ($13.44\text{g P}_2\text{O}_5 / \text{l}$) 50ml を加え、24時間しんとう後、上澄み中のリン酸濃度を測定する。ブランクとの差し引きから、土壌に吸収されたリン酸の量を求める。
- 土壌100gあたりに吸収された P_2O_5 のmg数で表す。

リン酸吸収係数の用途

- 黒ボク土を判定するための指標
リン酸吸収係数 $> 1500 \text{ mg P}_2\text{O}_5/100\text{g}$
- リン酸施肥量を算定するための基礎

リン酸吸収係数とリン酸必要量の関係

リン酸吸収係数	不足リン酸1mg当りリン酸施用量 (P_2O_5 mg/100g 土)	作物の P_2O_5 吸収率 の目安	備考
2000 以上	12	6 ~ 10	腐植質火山灰土
2000 ~ 1500	8	10 ~ 15	火山灰土
1500 ~ 700	6	15 ~ 20	洪積土など
700 以下	4	20 ~ 30	沖積土など

リン酸吸収係数が高い火山灰土においては、土壤診断基準に対する不足量を補うのに、約10倍相当のリン酸肥料を施用する必要がある。

リン酸施用量と有効態リン酸およびタマネギの収量の関係

リン酸成分 施用量	リン酸吸収 係数相当量	有効態 リン酸	タマネギ 全個数	タマネギ 全重量
kg/10 a	%	mg/100g	個	g
0	0	25.1	26	4093
58	2.5	40.5	31	4952
116	5	61.3	31	5495
232	10	89.3	45	8147
438	20	203.5	40	7680

資料:(一財)日本土壌協会(2012)