

# 土壤作物栄養学実習 土壤診断の方法



筒木 潔

<http://timetraveler.html.xdomain.jp>

# 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

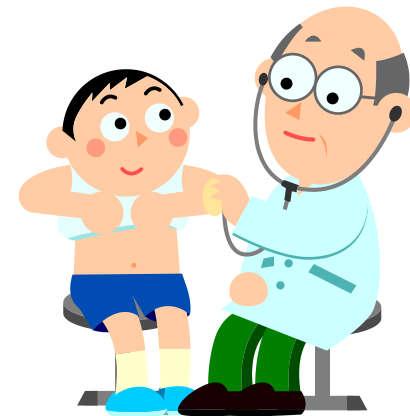


# 土壤診断の目的 2

- 土壤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



# 土壌診断の目的 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

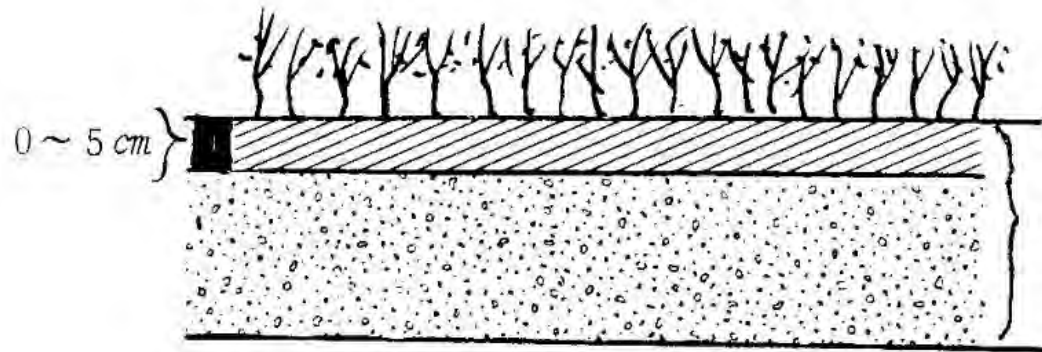
## 均質で平な圃場



- 1枚のほ場から5ヶ所  
採取する。

# 試料採取法 2

## 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

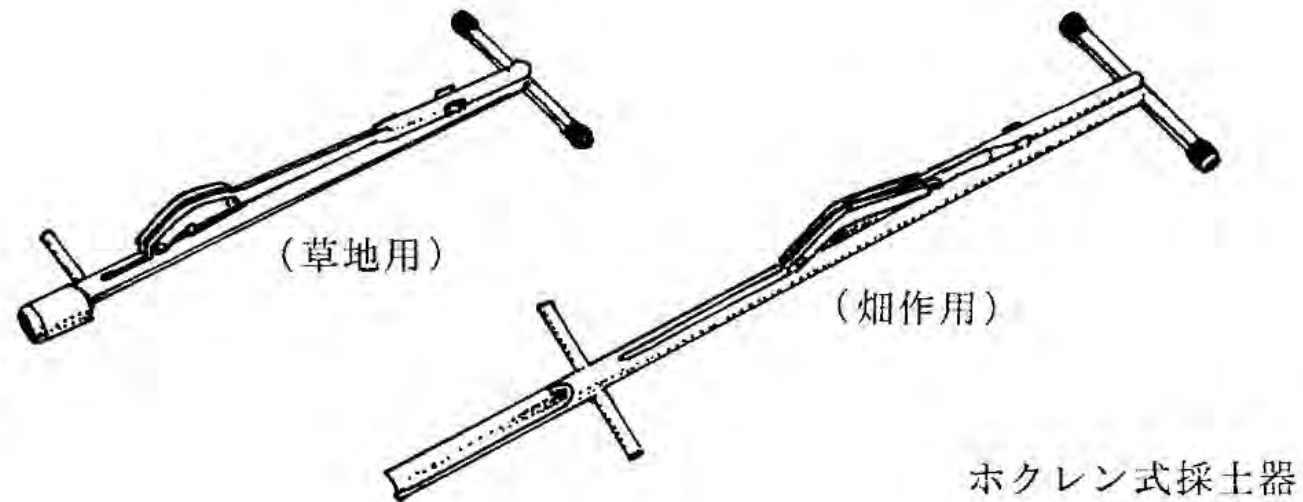


# 試料採取法 3

## 用具

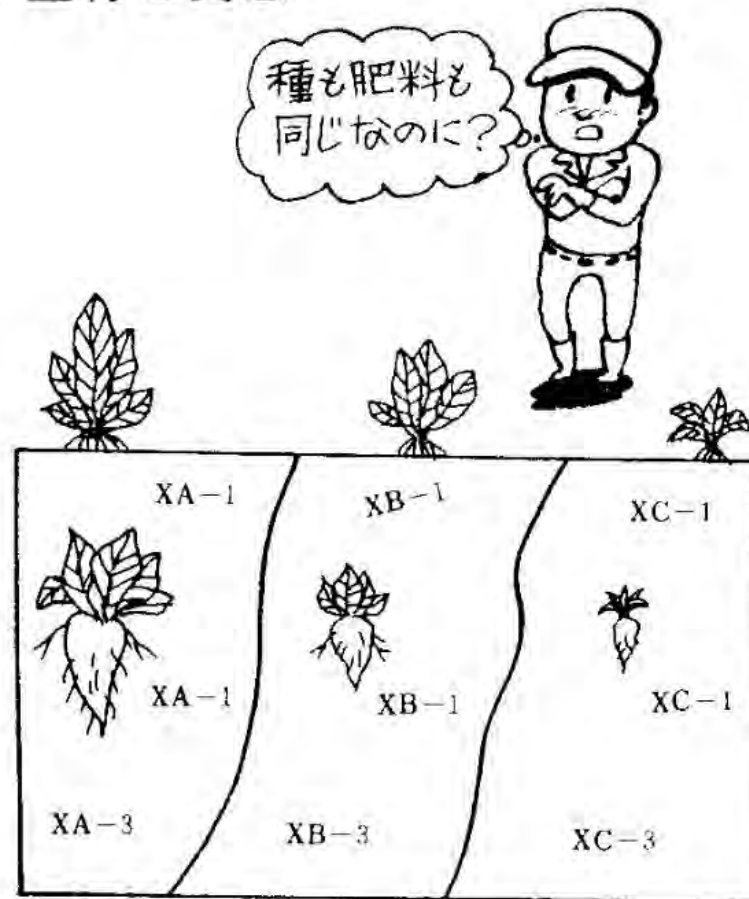
### (1) 土壌の採取に必要な用具

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



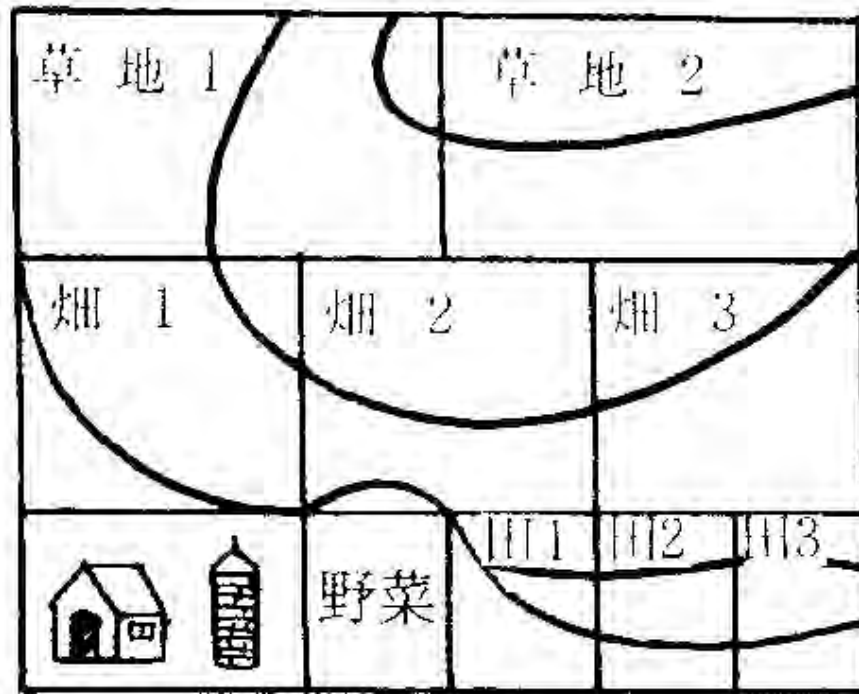
# 試料採取にあつたての 留意点1

- 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



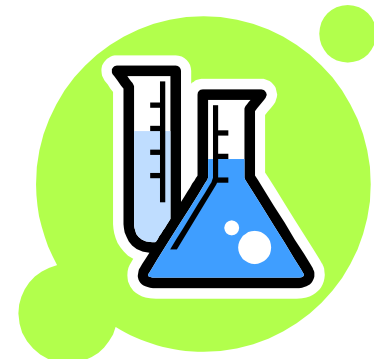
# 断面調査の勧め

## ・ 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

# 各土壌診断項目について



# pH(H<sub>2</sub>O)

- 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(H<sub>2</sub>O)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 ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ )

# 土壌pH(H<sub>2</sub>O)の意味

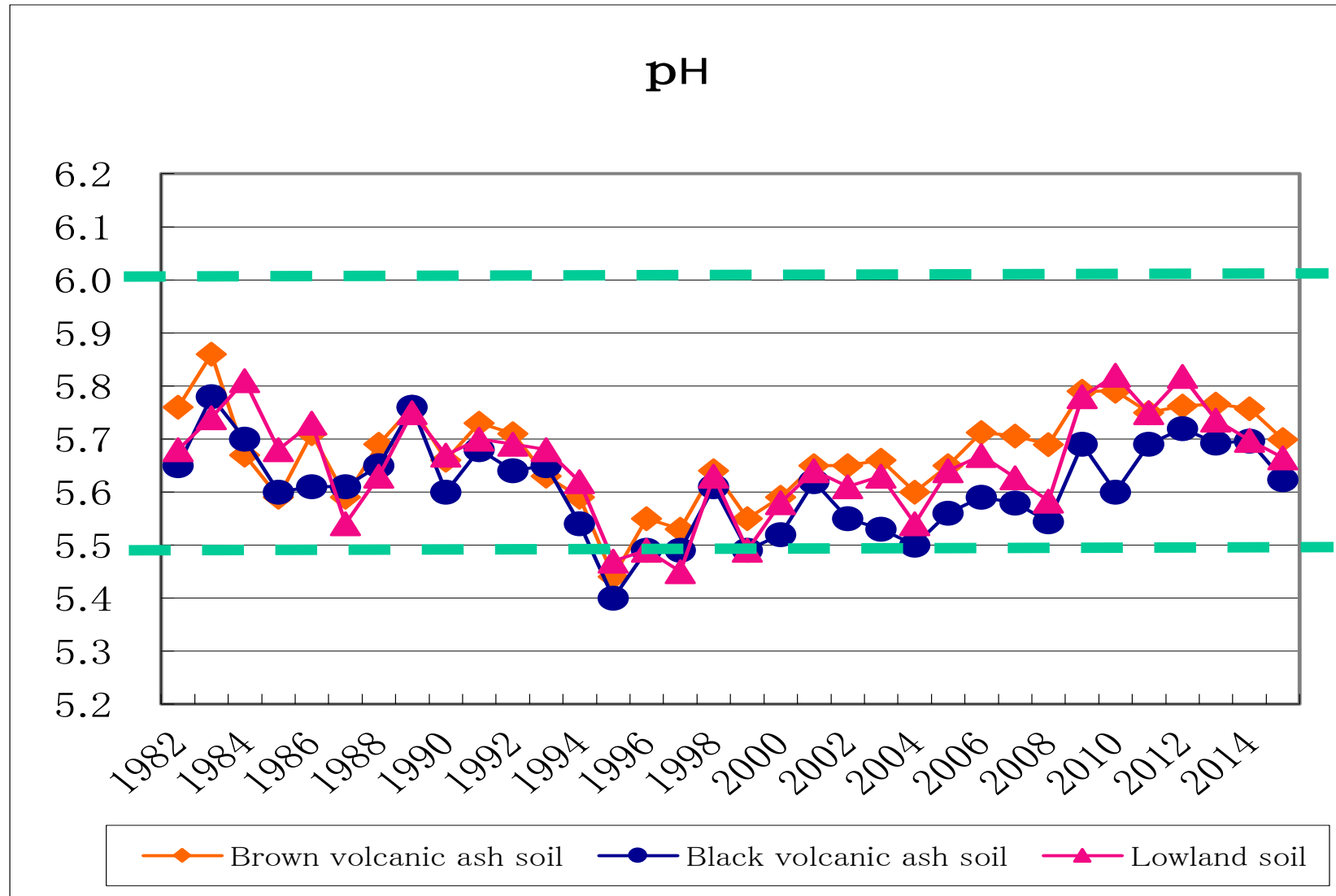
5 以下	強酸性
5.0 – 5.5	酸性
5.5 – 6.0	弱酸性
6.0 – 6.5	微酸性
6.5 – 7.0	中性
7.0 – 7.5	微アルカリ性
7.5 – 8.0	弱アルカリ性
8.0 – 8.5	アルカリ性
8.5 以上	強アルカリ性



# 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)

# 十勝農協連農産化学研究所における土壌pH分析値の変化



# 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、けんだく状態で測定
- 単位はmS/cm あるいは $\mu\text{S}/\text{cm}$

dS/m (国際単位系で推奨) = mS/cm

(S: ジーメンズ)

# 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 <sub>2</sub> O) pH	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
	適正域		
	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
		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<sup>-1</sup>)

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

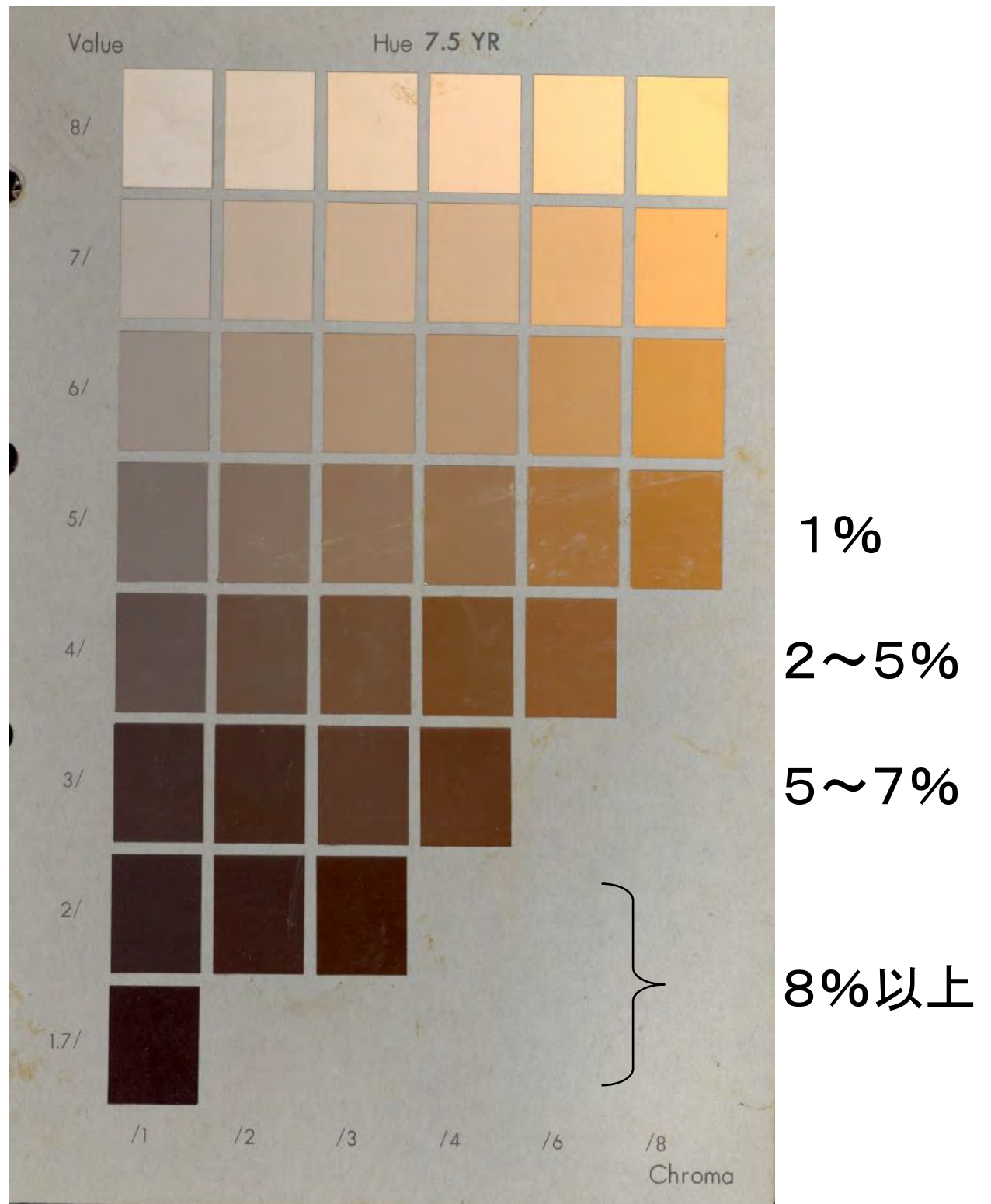
普通畑の場合

# 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

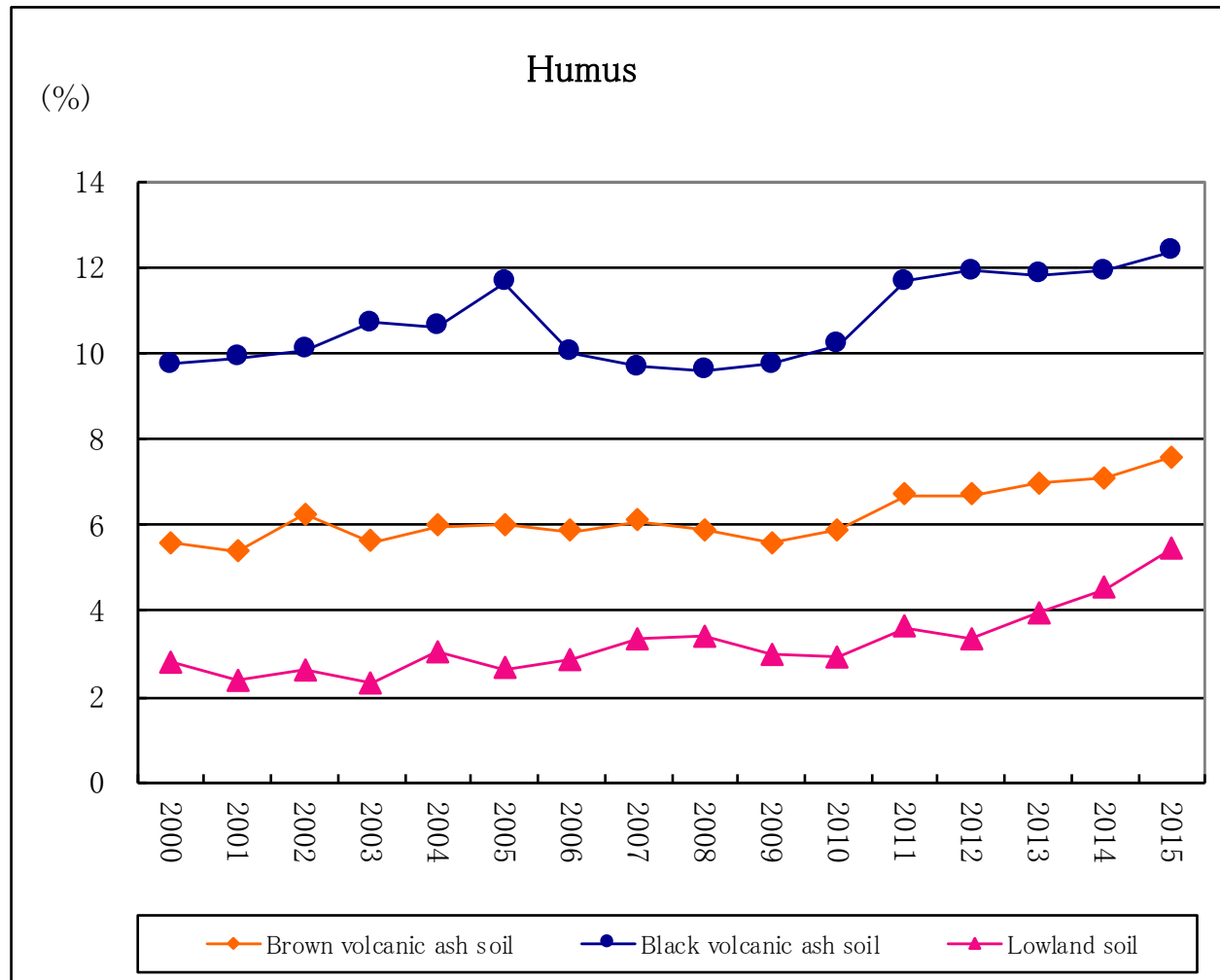




# 腐植の意義

- 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

# 十勝農協連農産化学研究所における 土壌腐植分析値の変化



# 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

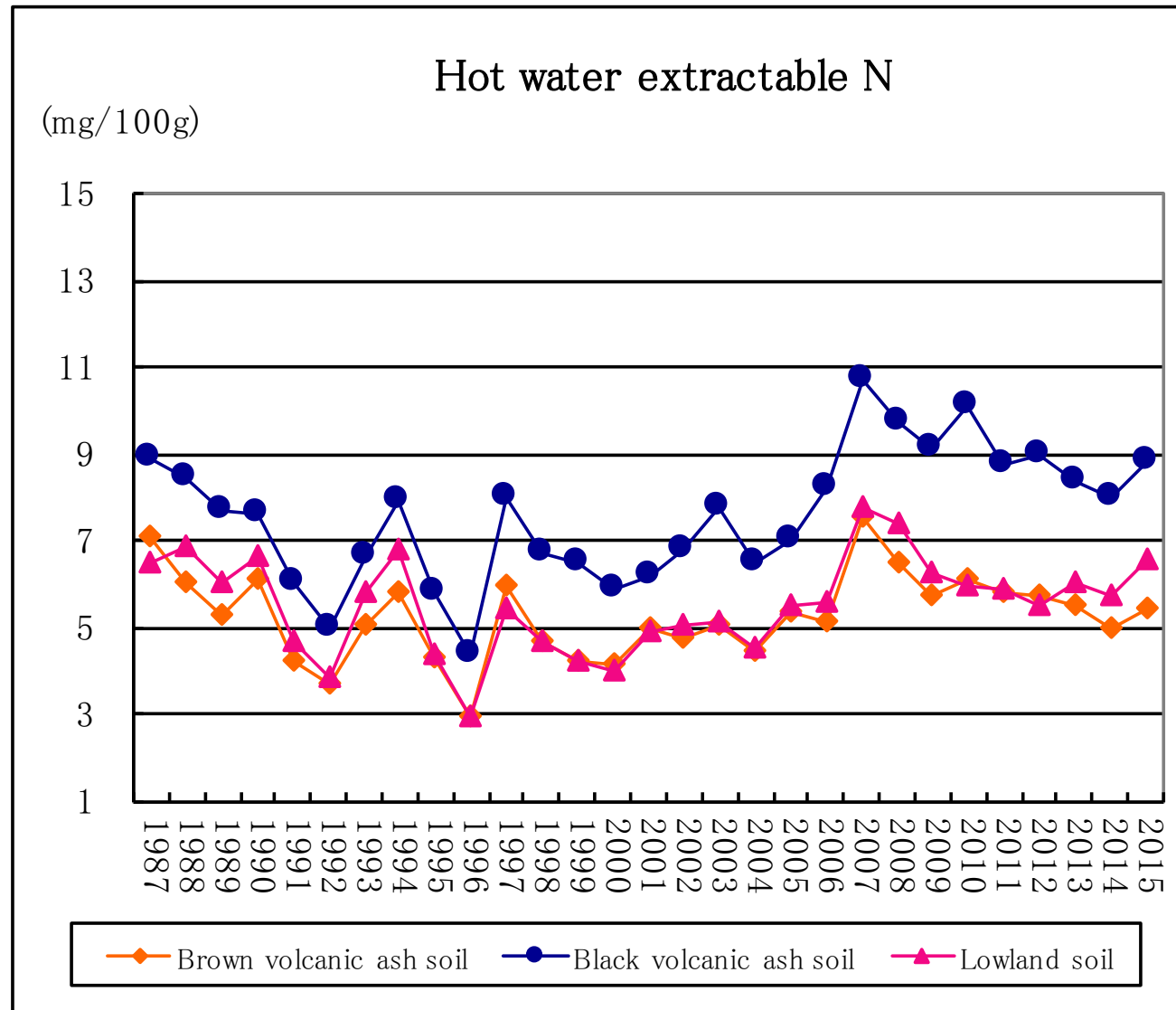
# 熱水抽出窒素

- 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

# 十勝農協連農産化学研究所における熱水抽出窒素分析値の変化



# 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  $\text{NH}_4\text{F}$  0.1M  $\text{HCl}$
- 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

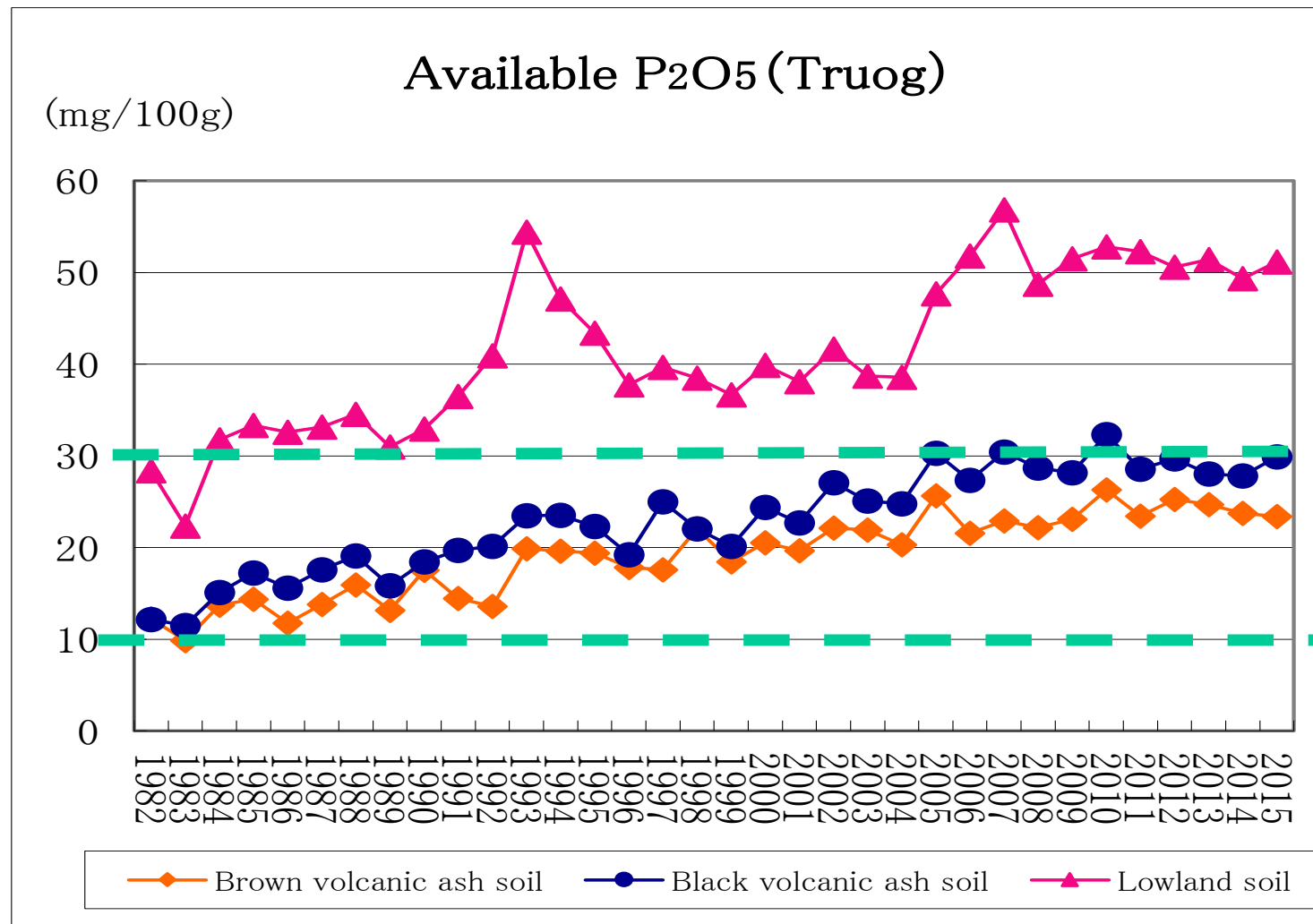
# 可給態リン酸(トルオーグ法)と 普通畑作物への施肥のめやす

可給態 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 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 <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 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

# 十勝農協連農産化学研究所における トルオーグリン酸分析値の変化



# CEC用抽出装置





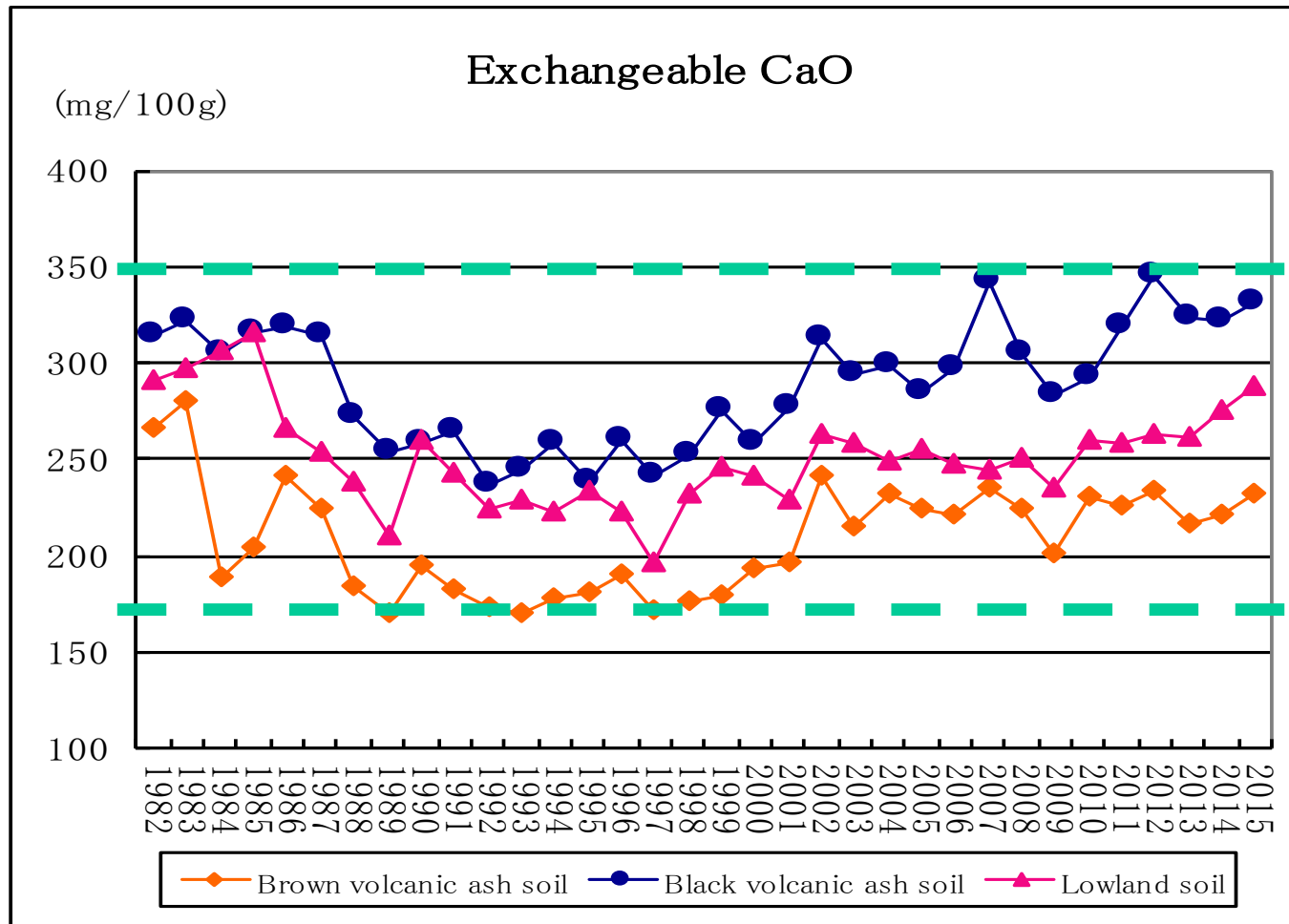
# 交換性塩基 (Ca, Mg, K)

- 土壌を1M 酢酸アンモニウムで浸出し、溶出した陽イオンを定量する。
- 原子吸光光度計や炎光光度計が用いられる。
- 作物が容易に吸収可能な形態で存在する必須陽イオン

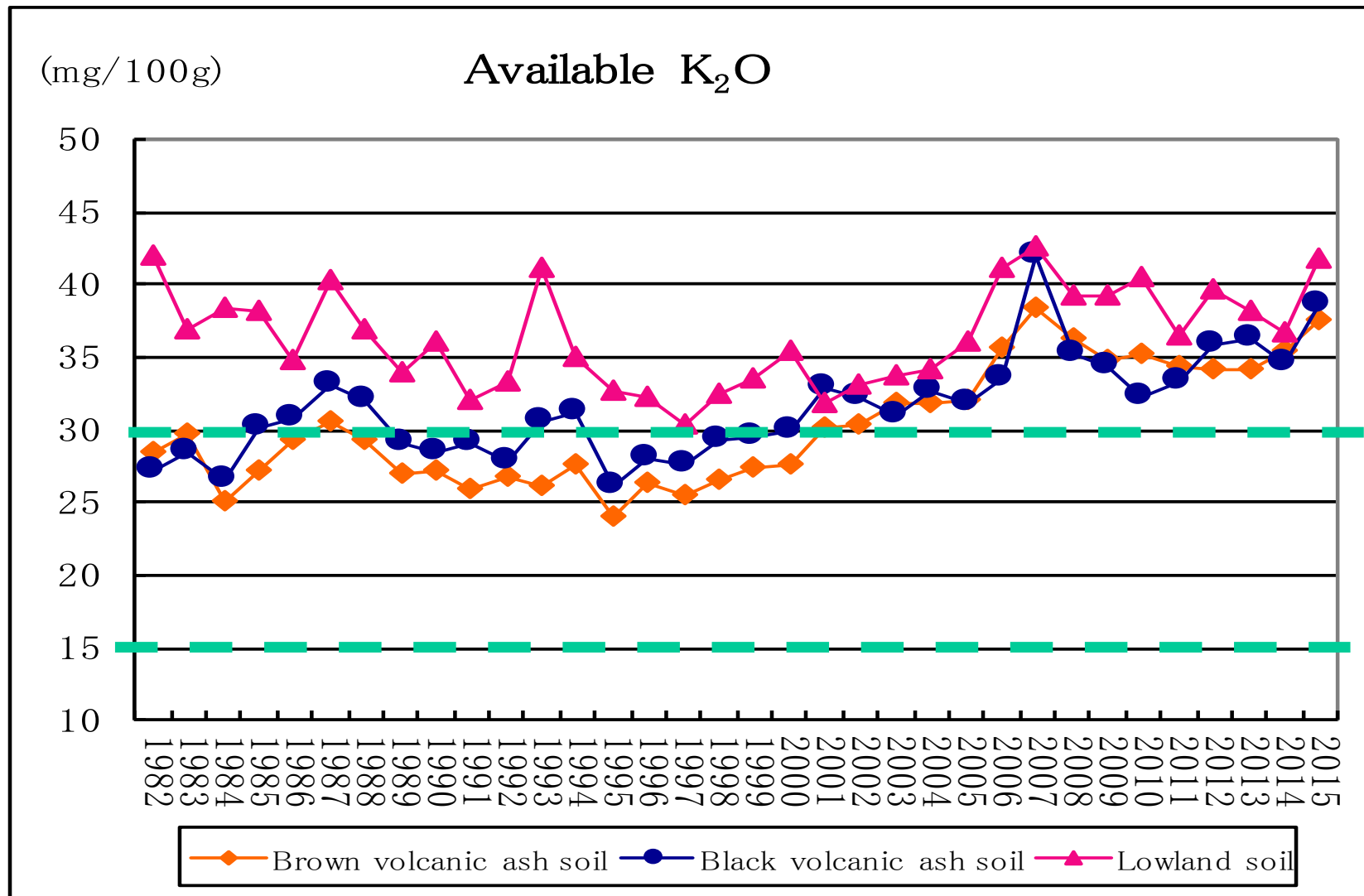
# 交換性カリ含量と 普通畑作物への施肥のめやす

交換性 K <sub>2</sub> O mg/100g	診断	カリ肥料施肥量 ( )内はバレイショ用
0 - 8	少ない	150 % に増 (130 %)
8 - 15	やや少ない	130 % に増 (110 %)
15 - 30	適正	基準施肥量
30 - 50	やや多い	60% に減 (50 %)
50 - 70	多い	30% に減 (20 %)
> 70	過剰	0% に減 (0 %)

# 十勝農協連農産化学研究所における 交換性石灰分析値の変化



# 十勝農協連農産化学研究所における 交換性カリ分析値の変化



# 微量元素

- 鉄、塩素、ホウ素、マンガン、銅、亜鉛、モリブデンを微量元素とする。
- 銅、亜鉛 1N HCl による抽出(1:5)
- ホウ素 熱水抽出法

# 原子吸光光度計と 自動サンプリング装置

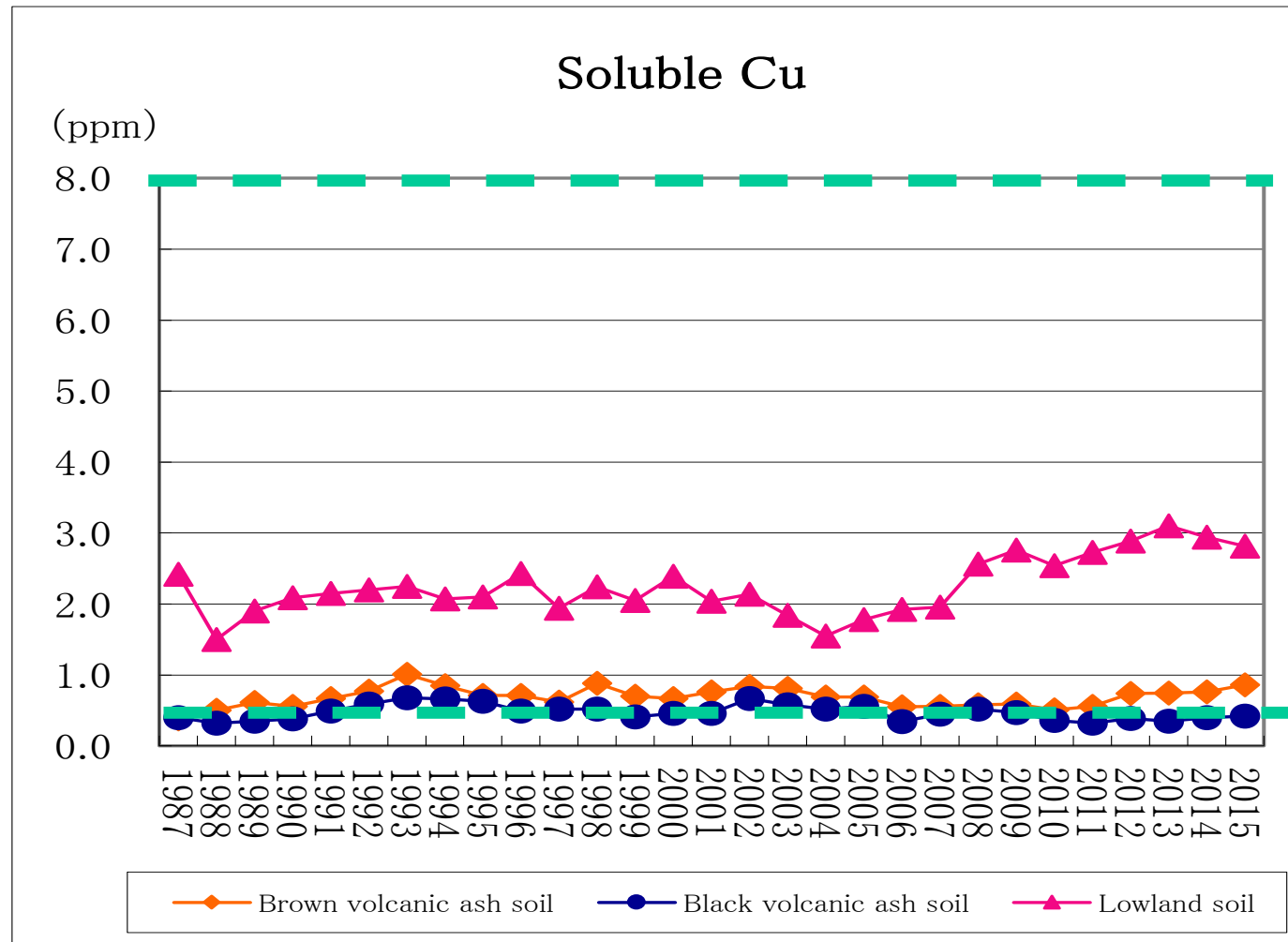


# 微量元素に関する土壌診断基準

診断項目	基準値	備考
可溶性銅(Cu)	0.5～8.0 ppm	麦類(欠乏症) 小豆(過剰症)
可溶性亜鉛 (Zn)	2～40ppm	トウモロコシ・ムギ 類で欠乏しやすい。
熱水可溶性ホウ 素(B)	0.5～1.0ppm	ビート(欠乏症)

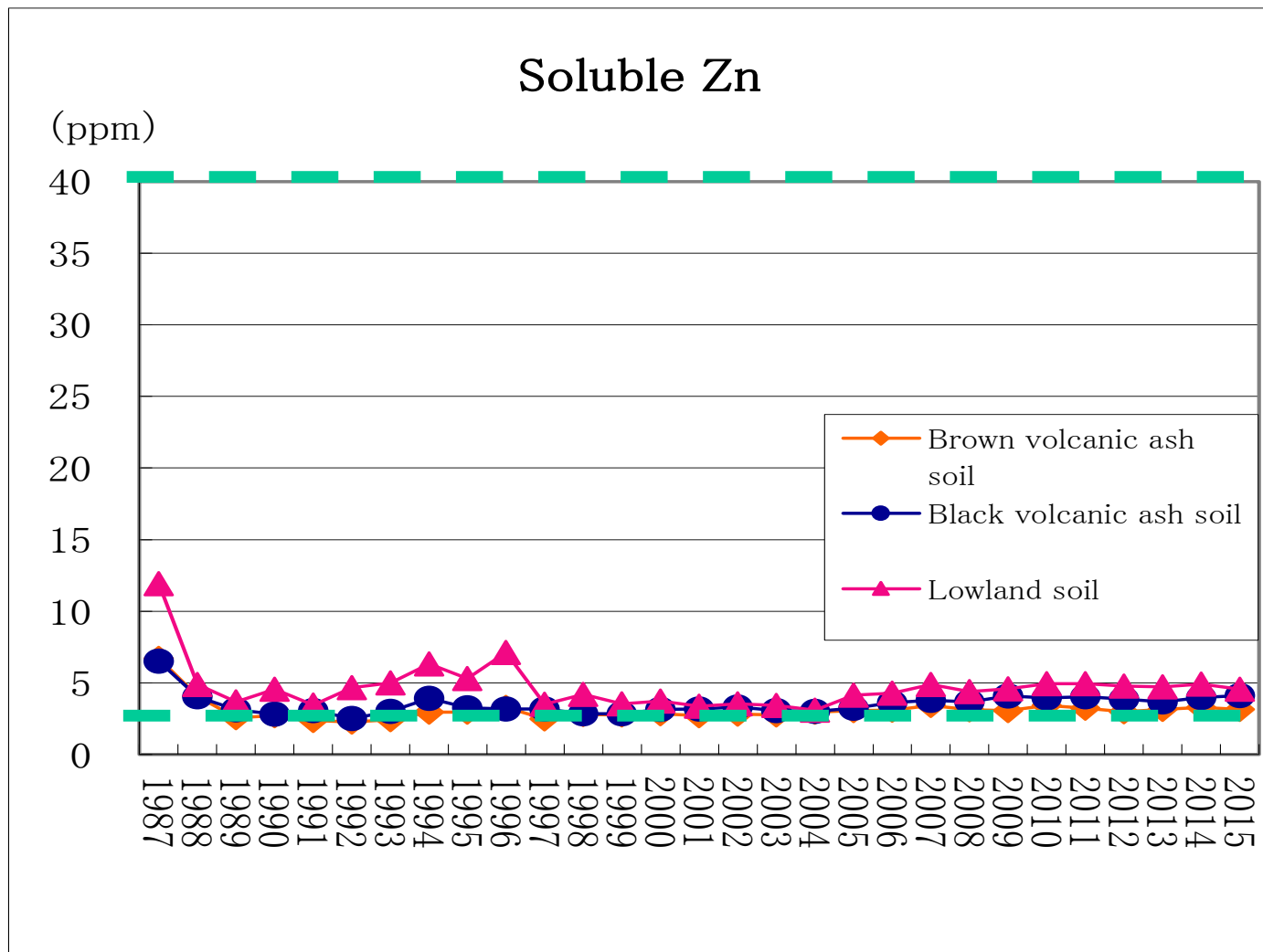
銅欠は高pH、多腐植質黒ボク土、亜鉛欠乏は砂質土壌・高pH土壌、ホウ素欠乏は高pH、砂質、泥炭土で起こりやすい。

# 十勝農協連農産化学研究所における可溶性銅分析値の変化

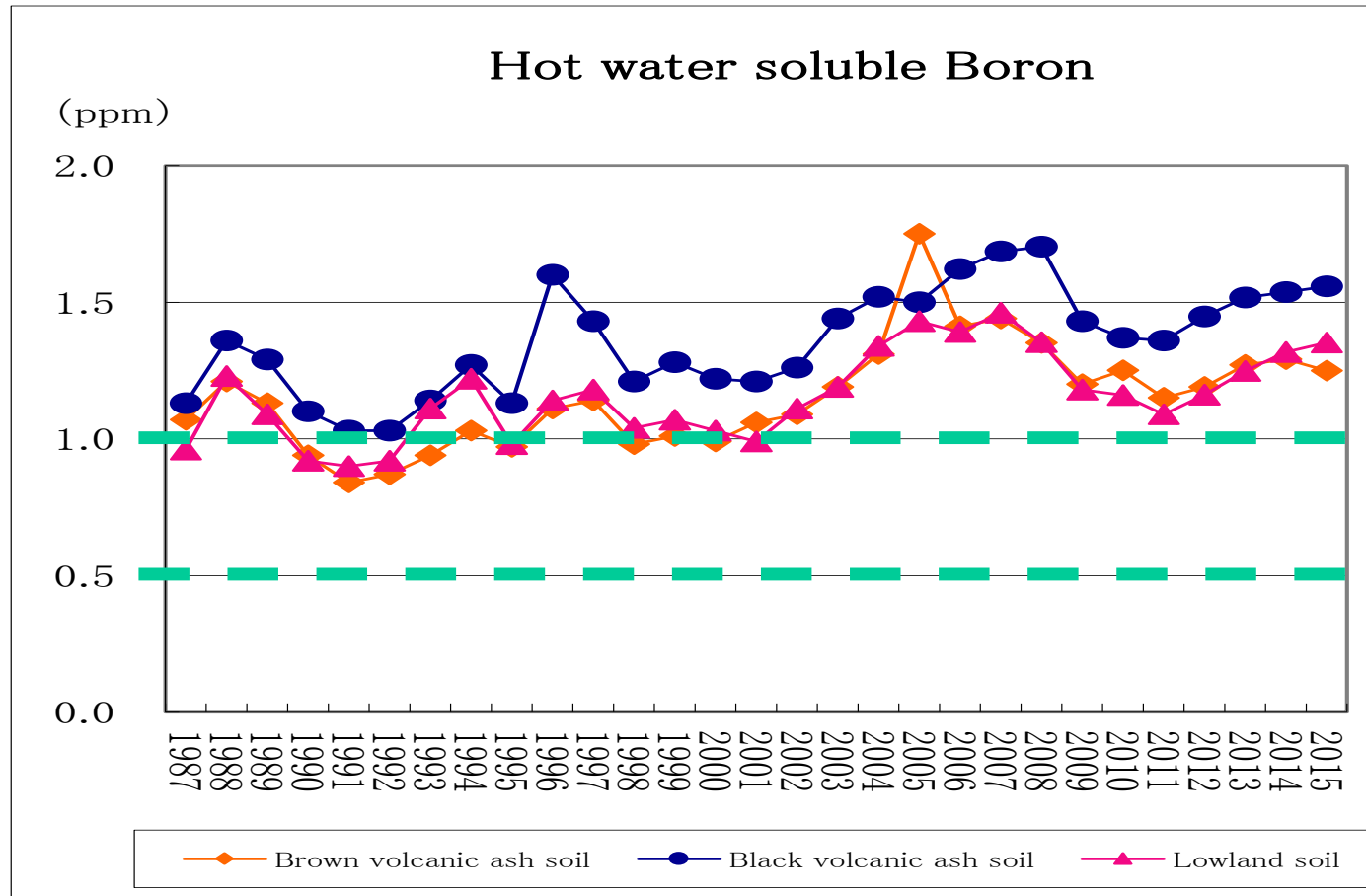




# 十勝農協連農産化学研究所における 可溶性亜鉛分析値の変化



# 十勝農協連農産化学研究所における 熱水抽出ホウ素分析値の変化



# 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 (13.44g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> /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<sub>2</sub>O<sub>5</sub>のmg数で表す。

# リン酸吸収係数の意味

- 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

# 近赤外分析装置



# 土壌診断結果の活用

- 適正施肥

肥料代の節減

作物の健全な生育と収量確保

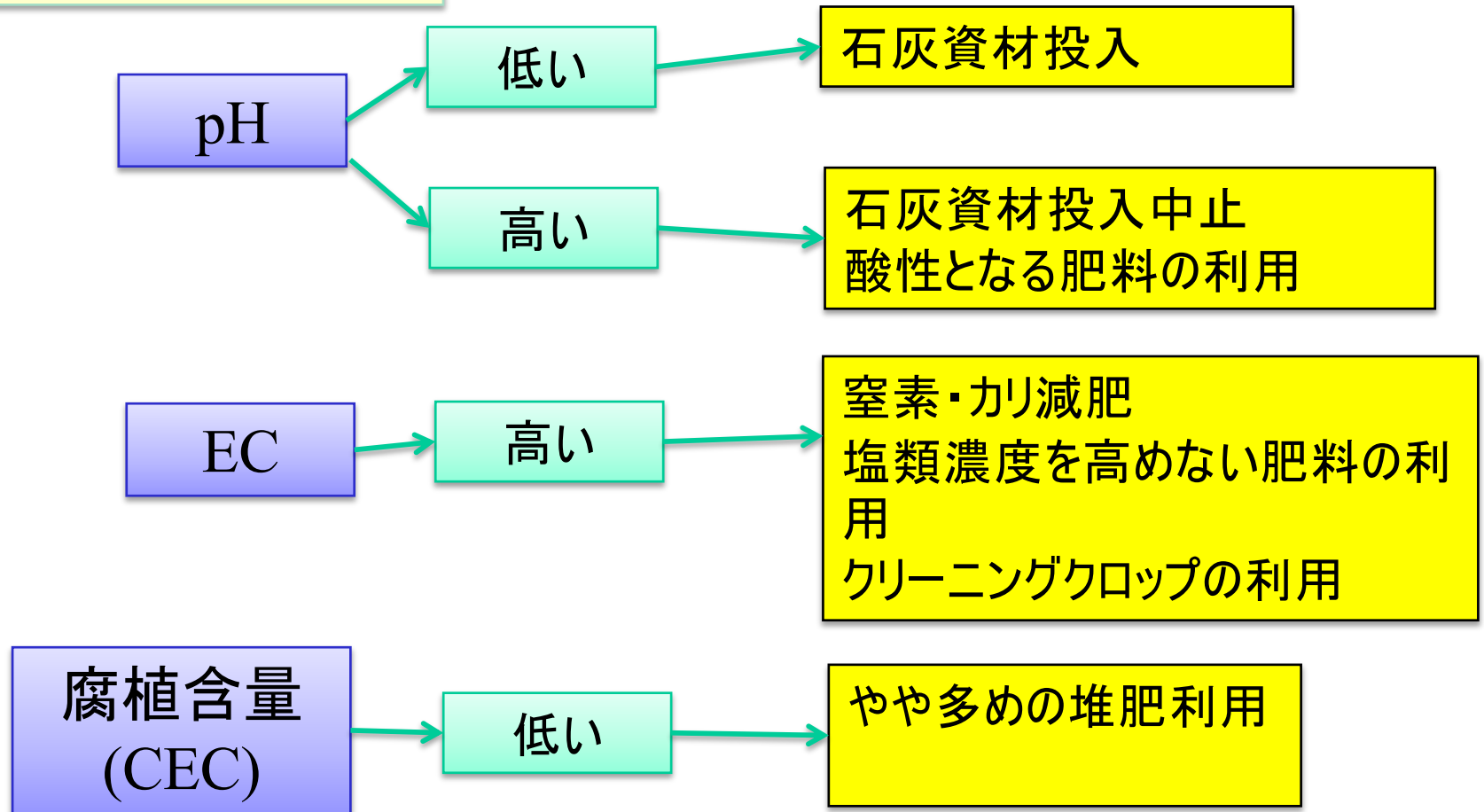
肥料による環境汚染の防止

地力の維持

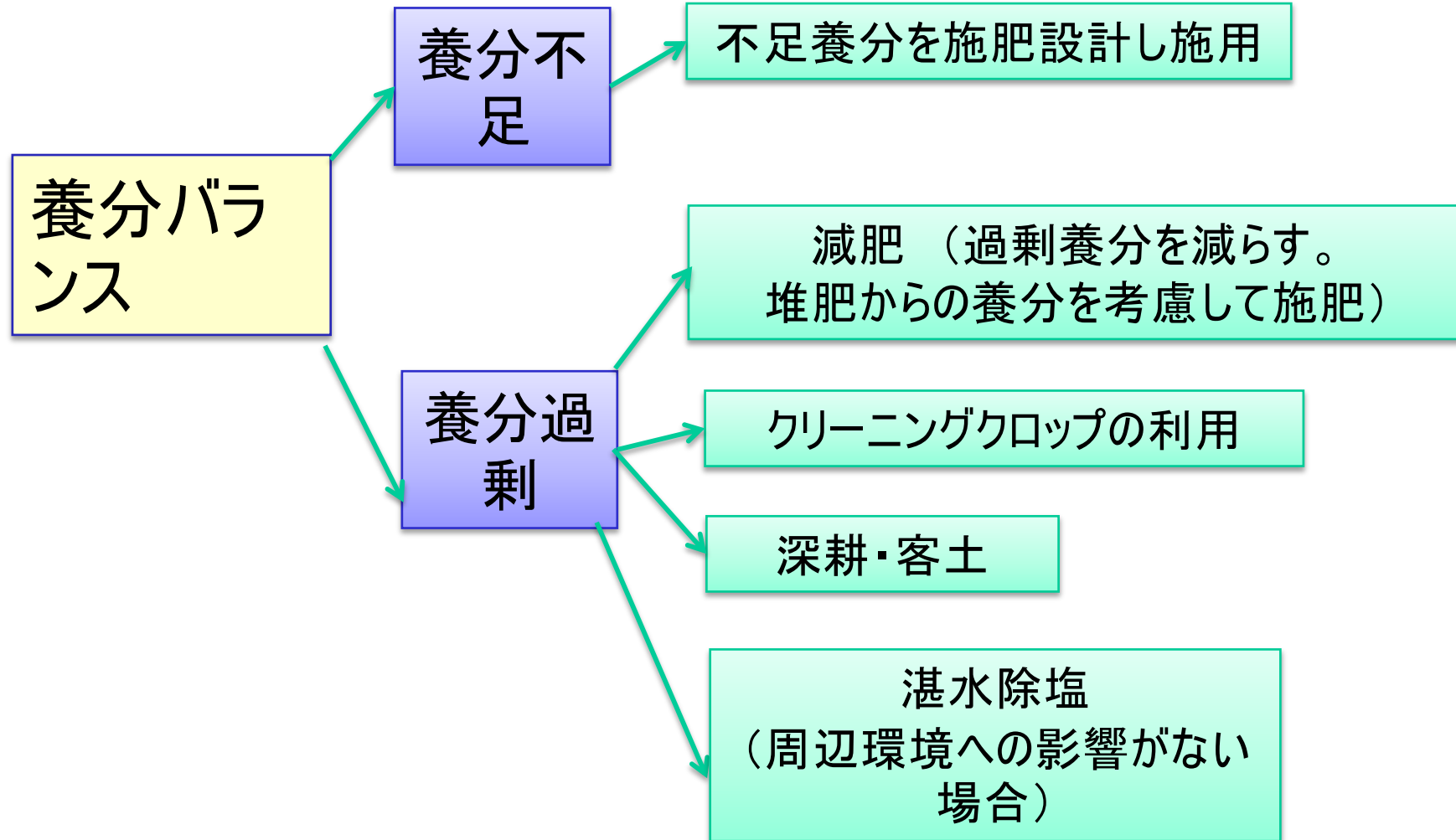
土壌劣化の防止

# 土壌診断結果の対応方法

## 良好な化学性

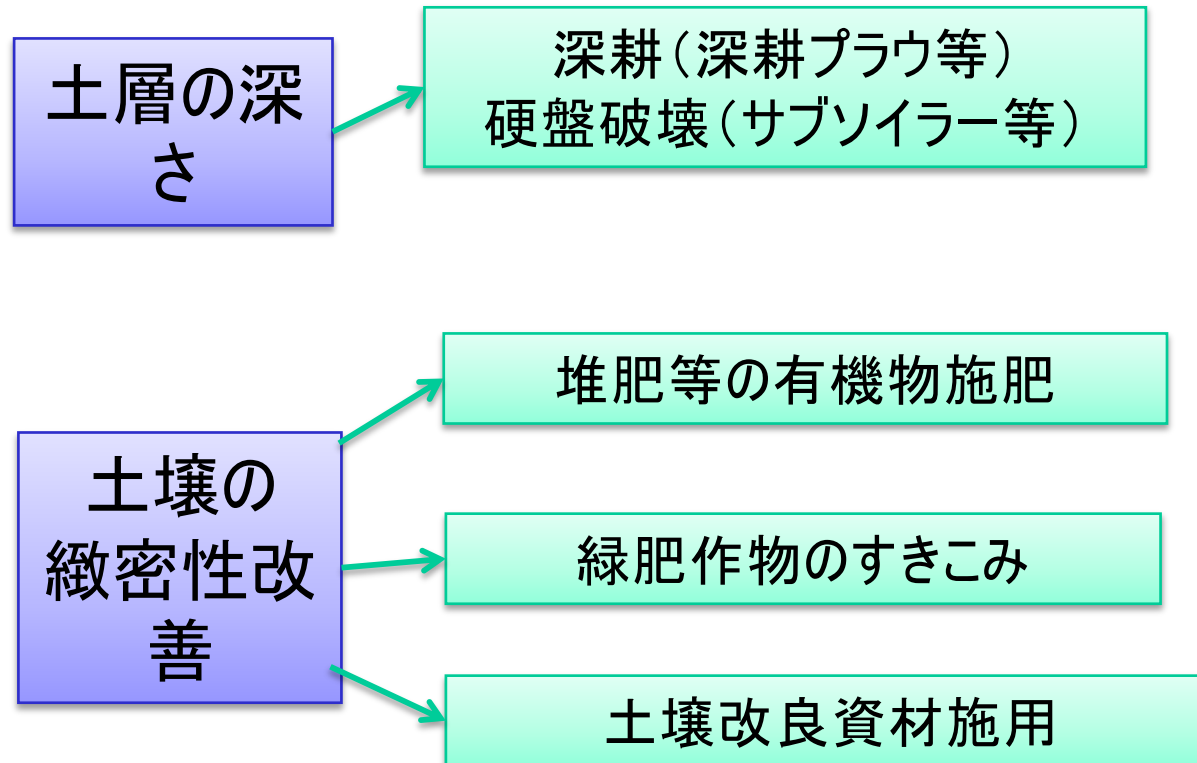


# 土壌診断結果の対応方法

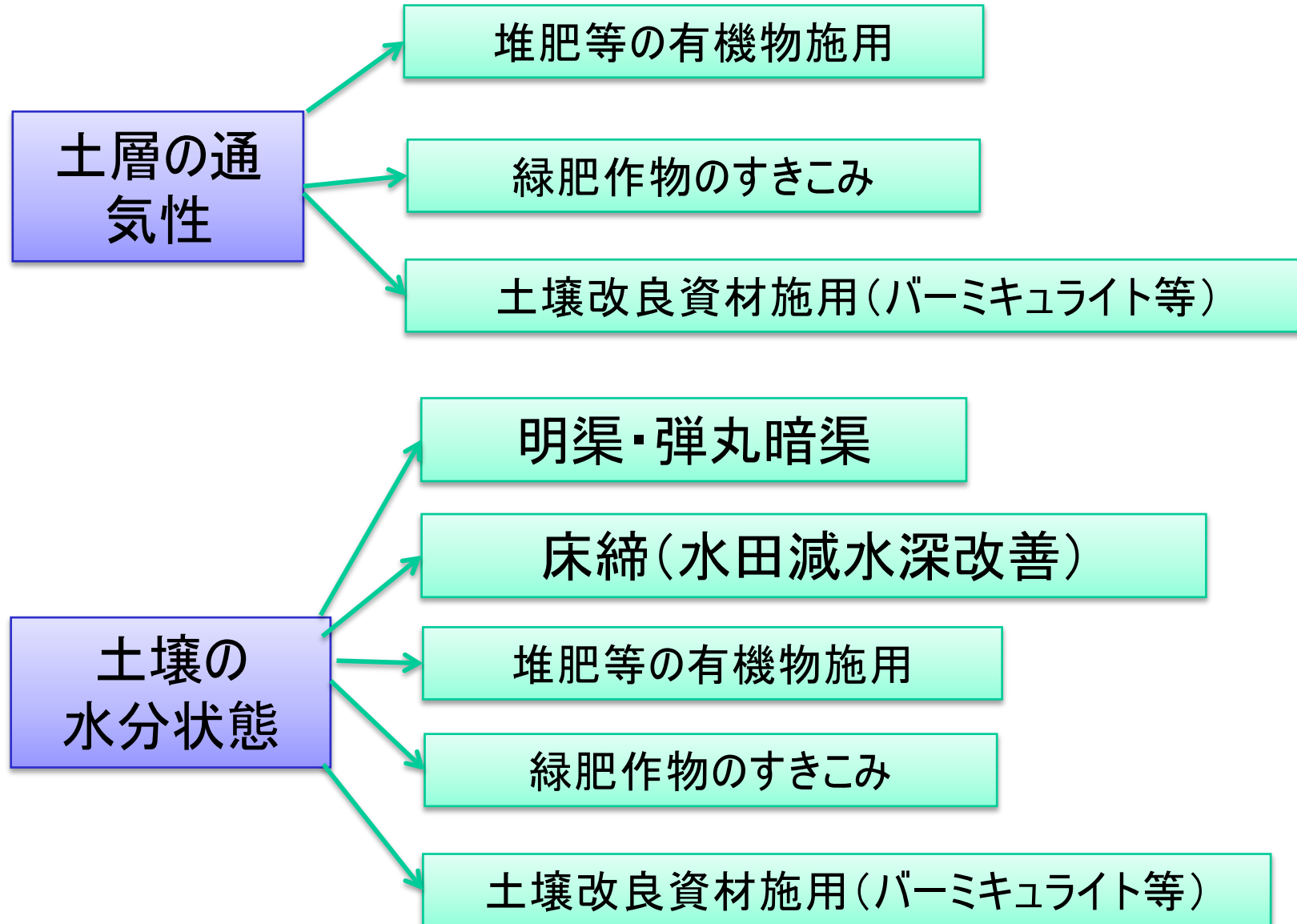




# 土壌物理性診断結果の対応方法 (1)



# 土壌物理性診断結果の対応方法 (2)



# 土壌病害に対する総合的対策

- 輪作体系の確立と維持(連作を避ける)
- 物理性、化学性、生物性など総合的な土壌環境改善
- 土壌pHの改善(糸状菌病は酸性で多発)
- 細菌／カビ比(B/F値)の上昇
- 堆肥の施用
- カニガラ(キチン)などの施用(細菌・放線菌を増やす)
- 対抗作物(緑肥)によるセンチュウ被害の低減

マリーゴールド、エンバク野生種、クロタラリア、ギニアグラス、ソルゴー

- 拮抗微生物の利用(土壌病害の生物的防除)

## 十勝管内における土壌診断の利用実態 (十勝農協連調べ)

- 24.1 % : 毎年利用
- 47.1 % : 時々利用
- 23.1 % : 利用経験あり
- 5.7 % : 利用したことがない。