

基調講演

農業者による「土壌診断に基づいた土づくり」 の普及に向けて

創立127年



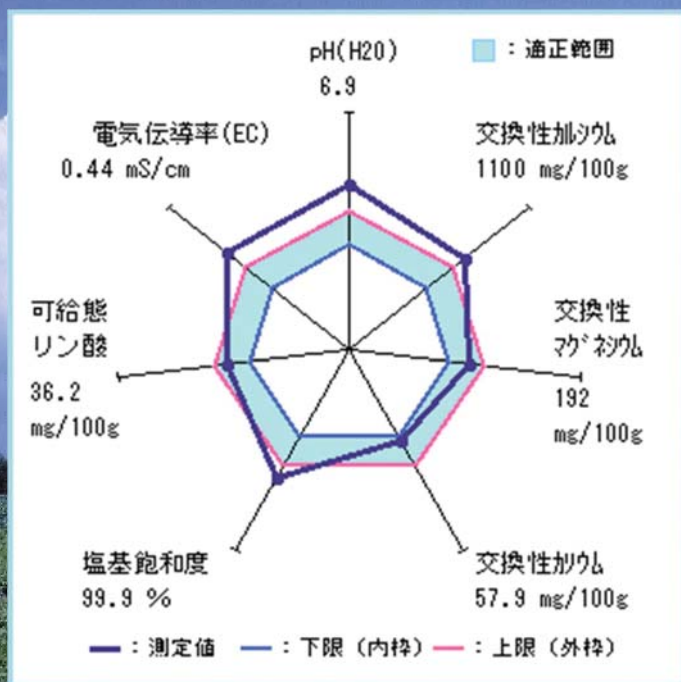
東京農業大学 名誉教授
全国土の会 会長
後藤 逸男

創立30年

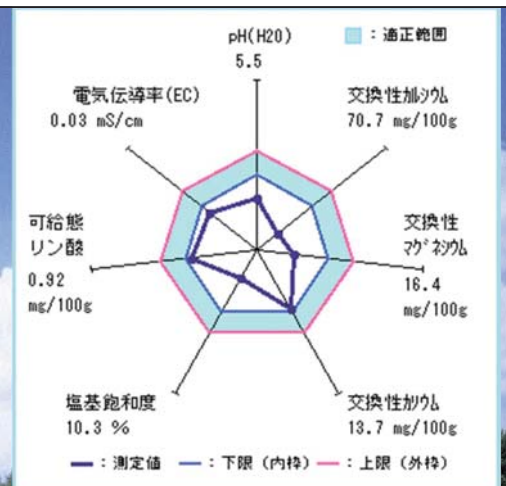


全国土の会

長野県南佐久郡の野菜畑



昭和62年 100ヶ所の平均



未耕地の土

半世紀にわたる土づくりで、
野菜畑の土がどのように変わったか？

★ 昭和50年代から全国各地の野菜産地で土壌診断調査を始めた。

平成元年に「全国土の会」を立ち上げた



根こぶ病で全滅したカリフラワー畑

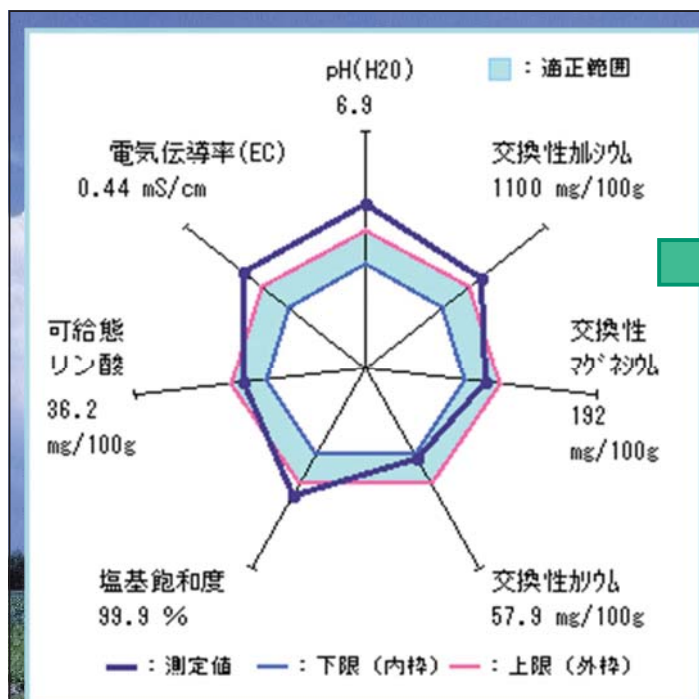
- ★ 殺菌剤に頼り、まともな土壌酸性改良を行っていなかった。
- ★ 窒素施肥過剰で酸性化促進！
- ★ 下層の緻密化が顕著。



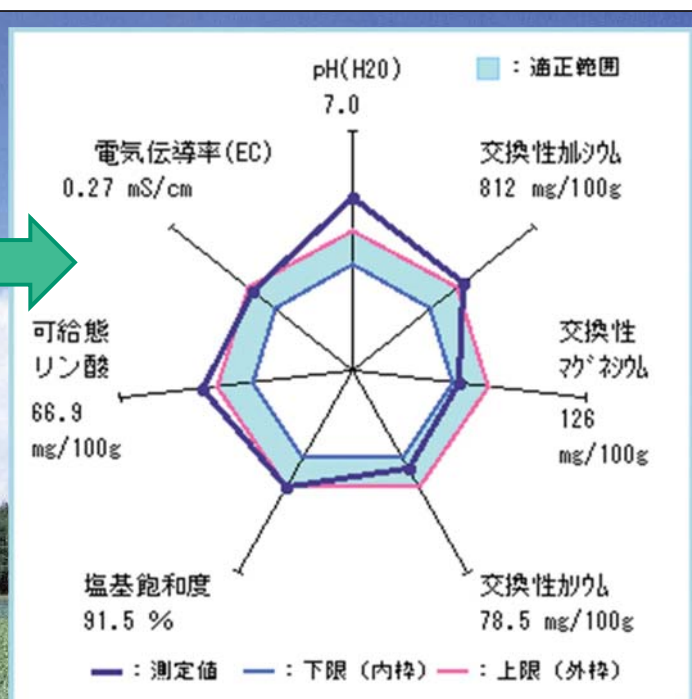
ホモブシス根腐病で全滅したスイカハウス

- ★ 黒ボク土にもかかわらず、240mg/100gの可給態リン酸が蓄積。
- ★ それでも、熔リンの施用を継続！
- ★ 「土づくりのために」と堆肥の多量施用！

土壌肥料学の基礎・基本が農家に伝わっていない！
それは、土壌肥料研究者の怠慢だ！

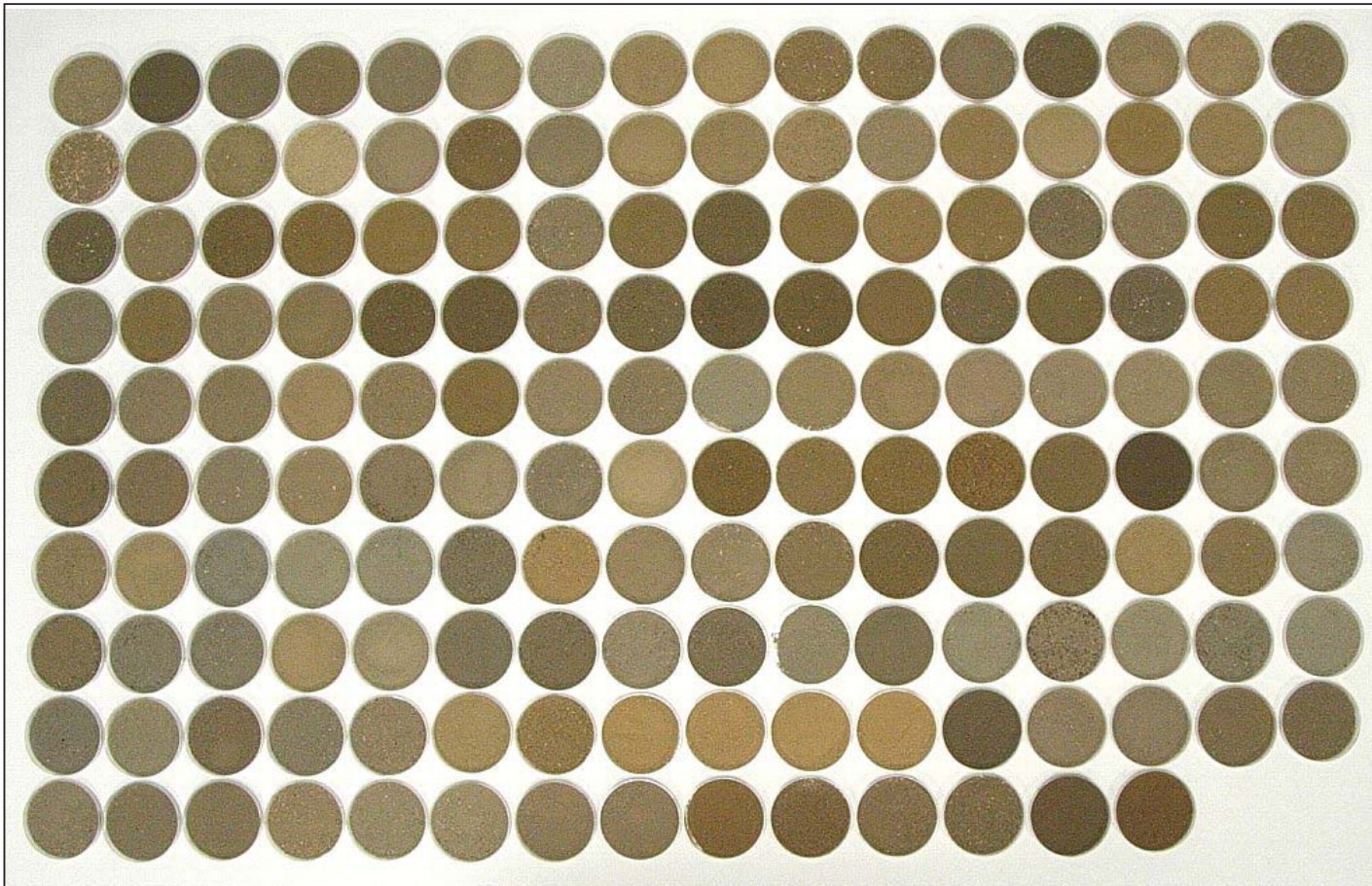


昭和62年 100ヶ所の平均



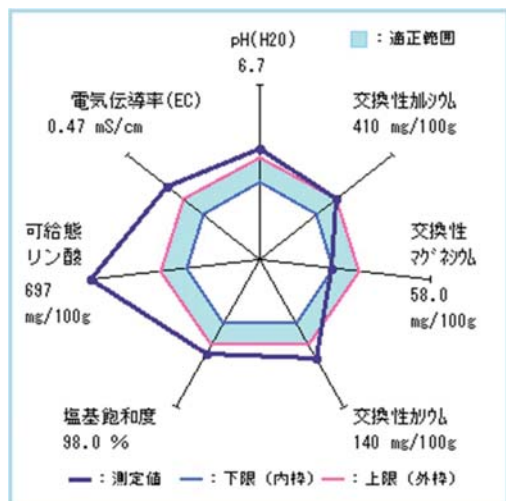
平成5年 83ヶ所の平均

土壌診断が役に立たなかった！

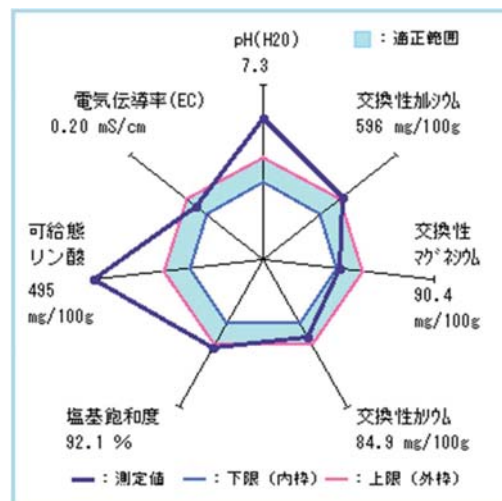


2003年に全国から156点のハウス土壌を集めた

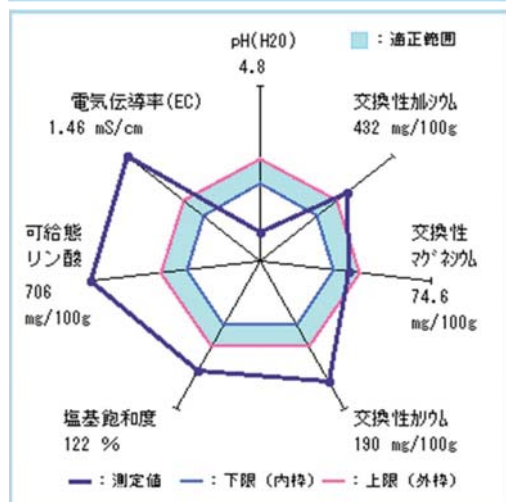
協力: 全国野菜園芸技術研究会



イチゴハウス(愛媛県)



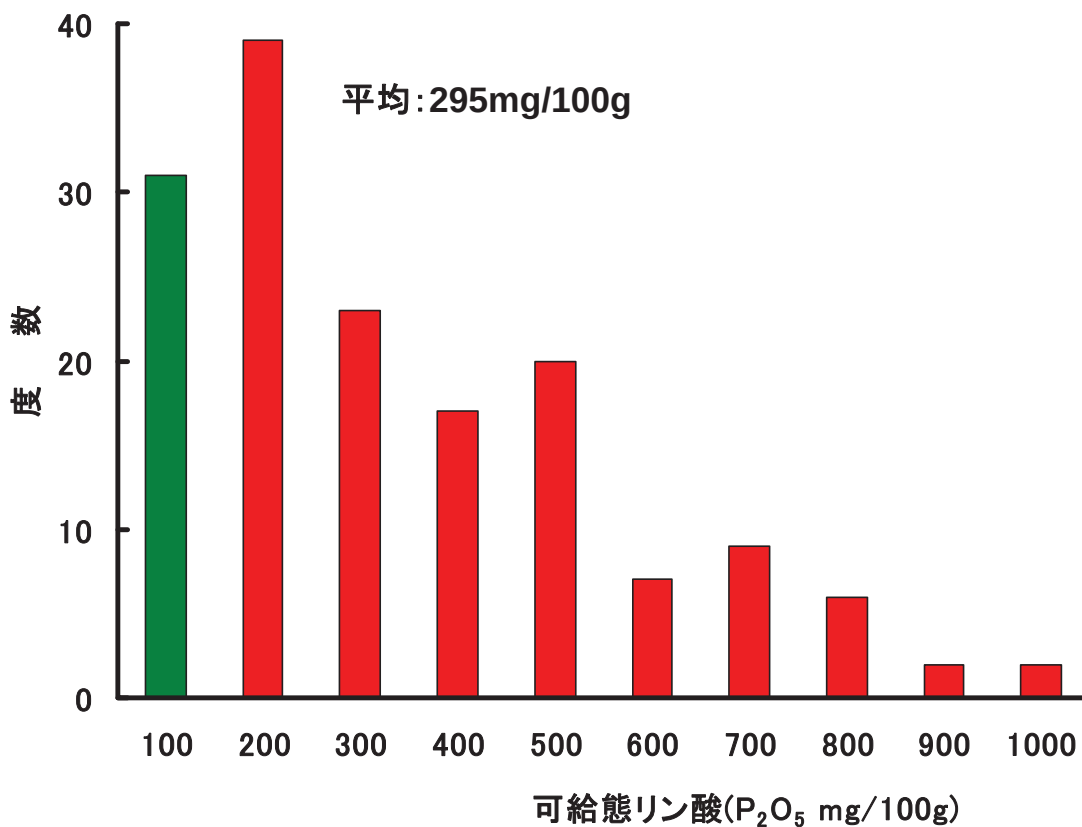
トマトハウス(埼玉県)



キュウリハウス(茨城県)

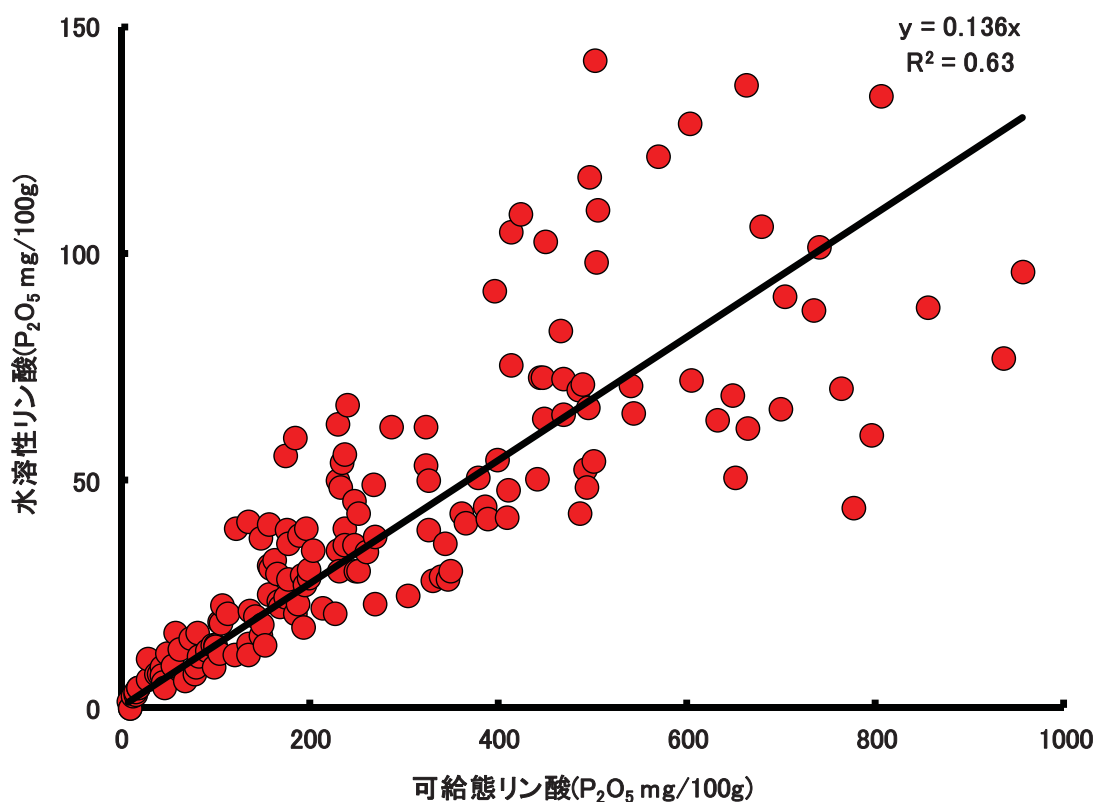
全野研のハウス土壌の土壌診断分析事例

★ いずれも、年季入りのベテラン農家



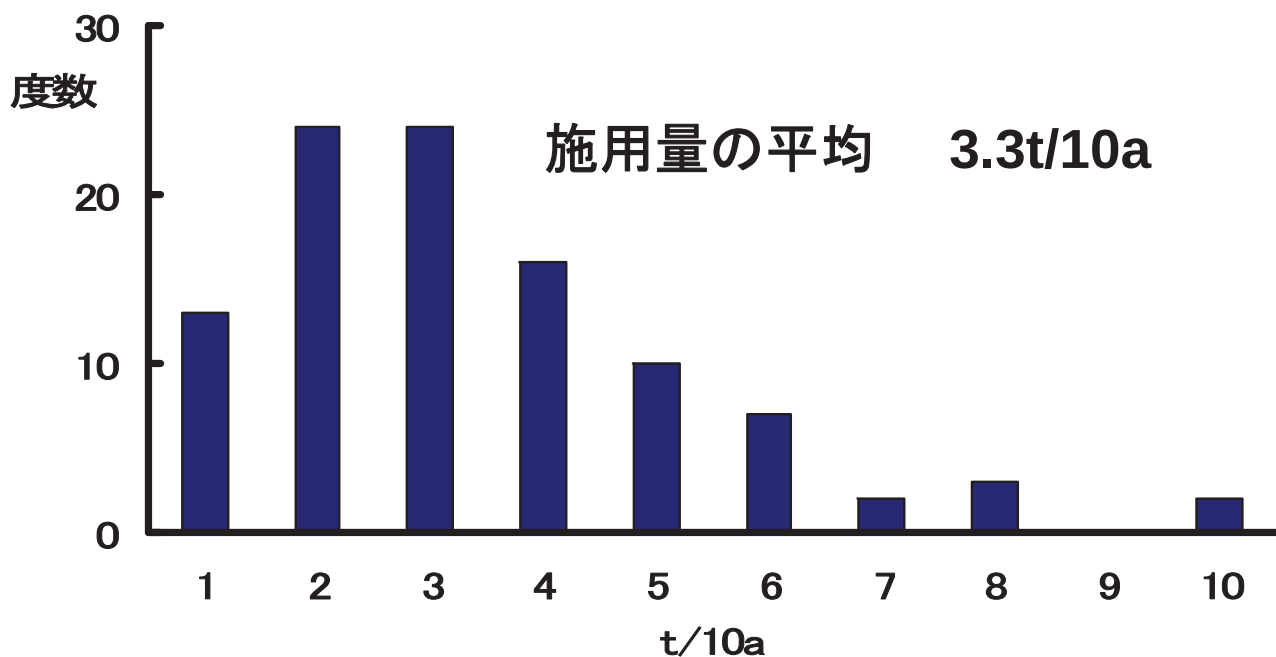
全野研の野菜ハウス土壌の可給態リン酸の度数分布

ハウス土壌には、驚異の水溶性リン酸！

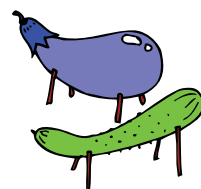


全野研のハウス土壌における可給態リン酸と水溶性リン酸の関係

利用している堆肥の44%が家畜ふん堆肥



野菜ハウス土壤の堆肥施用量



アンケート調査による施肥量(kg/10a)

種類	ハウス数	窒素	リン酸	カリ
トマト	29	23.0	23.1	23.8
キュウリ	27	57.1	44.1	37.2
イチゴ	7	19.8	16.1	9.6
全平均	61	37.3	31.1	28.2
牛糞堆肥※	分析例	8.7	10.4	10.2
豚ふん堆肥※	分析例	35.5	55.4	15.4
鶏糞堆肥※	分析例	33.2	58.6	30.2

先進的ハウス農家の施肥量

堆肥※: 1t/10a当たりの肥料成分量

「土づくり迷信」 & 「堆肥迷信」

★ 農業生産者には「土づくり迷信」が蔓延している

- ☆ 「肥やし」を施せば、施すほどよい作物がたくさん穫れる。
- ☆ 「土づくり」の決め手は堆肥。
- ☆ 野菜づくりには石灰資材を必ず施す。
- ☆ 黒ボク土(火山灰土壌)には、リン酸資材を必ず施す。

★ 堆肥についても、「堆肥迷信」が根強い

- ☆ 堆肥は、土づくり資材で肥やしではない。
- ☆ 完熟堆肥は「土」と同じ、たくさん施すほど土がよくなる。

ベテラン農家でも「迷信」に惑わされている！
これは、日本国内だけのことなのか？



2013年7月に韓国で
ハクサイ根こぶ病対策の講演を行ってきた！





韓国北部のハクサイ畑

韓国のハクサイ畑の土壌化学性

地域	地点数	pH(H ₂ O)	腐植 g/kg	可給態リン酸 mg/kg	交換性塩基(cmol ⁺ kg ⁻¹)			EC dS/m
					K	Ca	Mg	
北部	82	6.1	30.1	747	2.06	6.9	1.6	0.66
中部	202	5.6	29.1	870	1.02	6.3	1.7	0.85
南部	145	5.6	26.5	629	1.30	6.5	1.9	1.63
平均	429	5.7	28.4	765	1.32	6.5	1.8	0.71
畑の適正域		6.0-6.5	20-30	300-500	0.5-0.6	5.0-6.0	1.5-2.0	2以下

韓国のハクサイ畑は、「メタボ土壌」！

低pH、リン酸・カリウム過剰！

★ 下記の文献より引用

고령지 주요작물의 시비 및 토양관리 실태

이정태^{*} · 이계준 · 장용선 · 황선웅 · 임수정¹ · 김창배² · 문영훈³

고령지농업연구소^{*}, 강원도농업기술원¹, 경상북도농업기술원², 전라북도농업기술원³

施肥推奨量と農家施肥量の比較

地域	作物	地点数	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O 施肥量(kg/ha)		
			推奨量(A)	農家施用量(B)	B/A
北部	ジャガイモ	32	137-33-114	245-203-203	1.8-6.1-1.8
	ハクサイ	82	238-30-71	365-236-281	1.5-7.9-4.0
	ダイコン	31	252-30-68	304-203-202	1.2-6.8-3.0
	ニンジン	25	180-40-74	263-208-247	1.5-5.2-3.3
	タマネギ	25	233-30-155	276-199-254	1.2-6.6-1.6
	キャベツ	41	312-30-217	355-222-243	1.1-7.4-1.1
中部	ジャガイモ	13	137-33-114	279-232-255	2.0-7.0-2.2
	ハクサイ	194	238-30-71	378-248-297	1.6-8.3-4.2
	ダイコン	46	252-30-68	306-215-245	1.2-7.2-3.6
	キャベツ	27	312-30-217	313-224-246	1.0-7.5-1.1
南部	ジャガイモ	14	137-33-114	235-141-155	1.7-4.3-1.4
	ハクサイ	145	238-30-71	336-138-245	1.4-4.6-3.5
	ダイコン	71	252-30-68	322-125-225	1.3-4.2-3.3

★ 下記の文献より引用

고령지 주요작물의 시비 및 토양관리 실태

이정태*, 이계준·장용선·황선웅·임수정¹·김창배²·문영훈³

고령지농업연구소*, 강원도농업기술원¹, 경상북도농업기술원², 전라북도농업기술원³



可給態リン酸適正区(約20mg/100g)

発病度36

可給態リン酸過剰区(約200mg/100g)

発病度97

多腐植質黒ボク土、pH(H₂O) 6
休眠孢子密度 $6 \times 10^6/\text{g}$

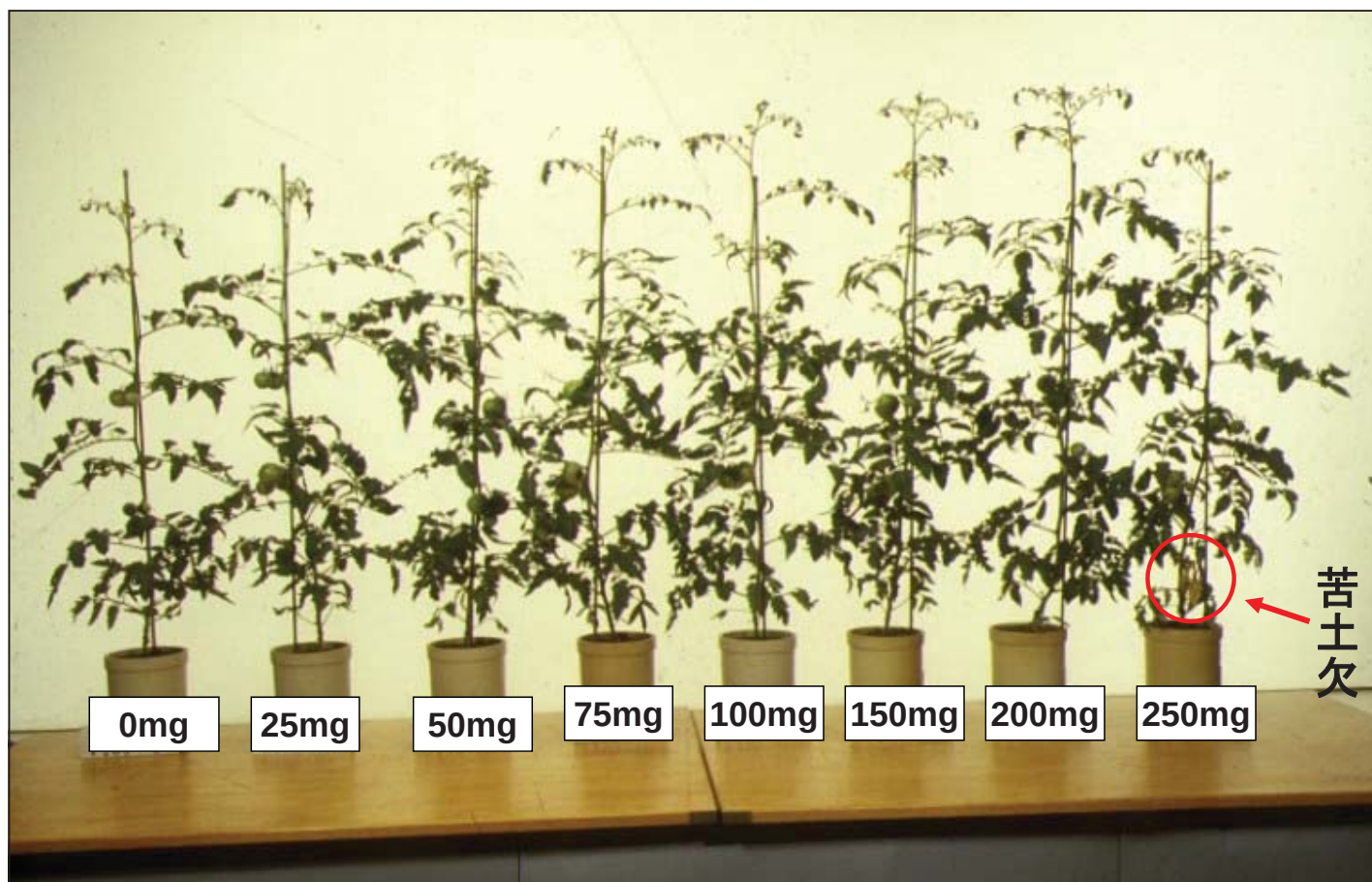
ハクサイ(栽培期間 約1ヶ月)

可給態リン酸の過剰が根こぶ病の発病を助長する！

土壌診断は 土づくりに役立つか？

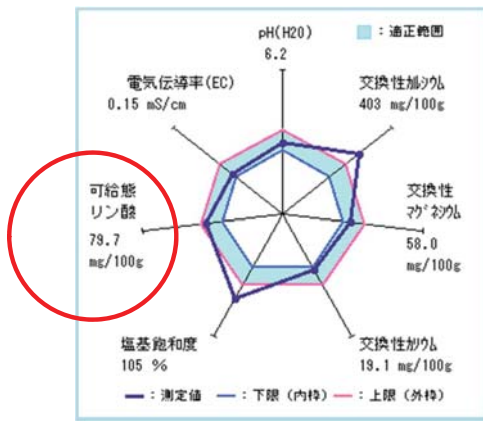
土壌診断結果より
「土づくり迷信」を信じる生産者が多い！

そこで、他の手法でリン酸過剰抑制のための啓発を試みた！

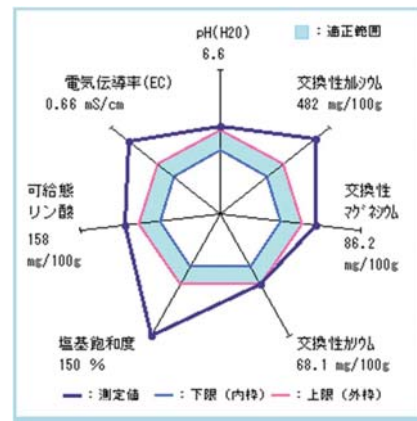


リン酸施用量がトマトの生育におよぼす影響(供試土壌は海成砂土)

リン酸施用量: P_2O_5 mg/100g



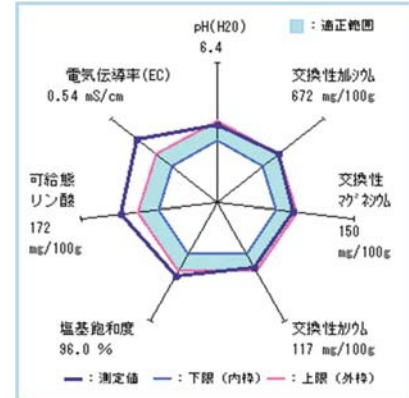
養田ハウス(灰色低地土)



ハウスA (灰色低地土)



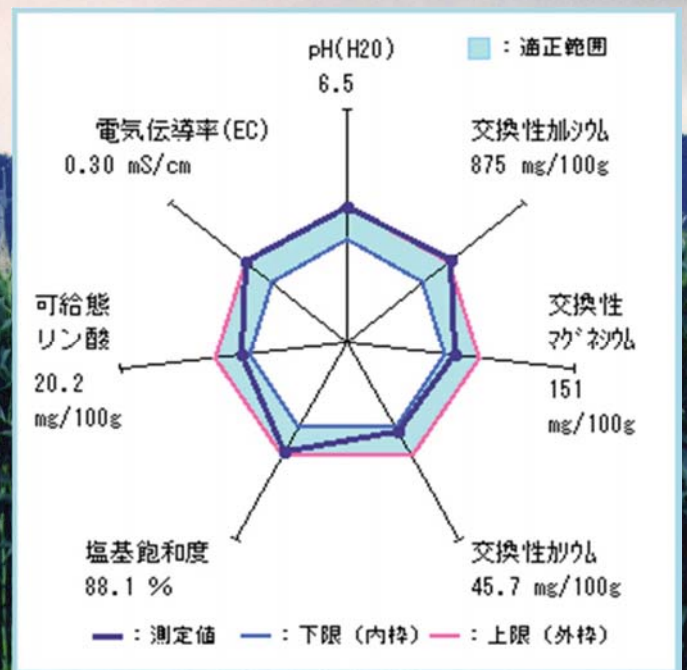
ハウスマトの名人！



ハウスB (黒ボク土)

養田ハウスと周辺ハウスの土壌診断図の比較(埼玉県熊谷市周辺)

野辺山のハクサイ名人
頑固な
篤農家 中島茂雄 さん



篤農家の土壌診断結果が、
農家の「土づくり啓発」に役立った！

それ以上に有効な手法が、
土壌診断分析結果と土壌病害の因果関係であった！

土壤中のリン酸が過剰になると、土壤病原菌が元気になる！



可給態リン酸(P_2O_5 mg/100g)

F.oxysporum

6.7

58

102

269

可溶性アルミニウム (Al_2O_3 mg/100g)

1020

630

223

189



Phomopsis sclerotioides

メロンホモプシス根腐病



18.4

53.9

169

210

(数値は、可給態リン酸 mg/100g)

可給態リン酸の数値が「見える化」できた！

わが国の土壌診断室における現状の課題

- ★ 1970年代から、「土壌診断に基づいた施肥管理」が啓発され続けてきたにもかかわらず、園芸土壌での養分過剰が現状でも続いている！
その原因として、「土づくり迷信」の他に、土壌診断が肥料や資材の販売のため道具として使われてきたのでは？
特に、2008年のリン酸ショック以前。
普及センターなど第三者的立場の土壌診断室が望ましいが、現実では、土壌診断分析ができる普及センターは極一部。
- ★ 土壌診断分析に時間がかかりすぎる。
- ★ 化学性分析法の手法が必ずしも統一されていない。
- ★ 土壌診断室間での分析値の変動が大きい。



物理性・化学性・生物性が三位一体の土壌診断



課題も残るが、
確立済みの土壌化学性分析



穴を掘ればわかる土壌物理性

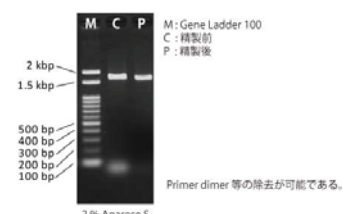


土壌生物性



★ 今後の課題が生物性診断

直近の課題は、
センチユウ・病原菌密度測定の迅速化



「東京農大式土壌診断システム」による分析

土壤採取

風乾处理(35°C通風乾燥)



風乾土水分(105℃、24時間): 実用分析では省略

★pH(H₂O)・電気伝導率(EC)

★1M/L 塩化ナトリウムによる多量要素マルチ抽出

★pH(NaCl):従来のpH(KCl)に近い値

★ICP発光分光分析装置:Ca、Mg、K、Mn、Al、P、S

★自動化学分析装置: NH_4^+ 、 NO_3^- 、 PO_4^{3-} (モリブデン青法・酵素法)

★CEC:多量要素8成分分析値から推定

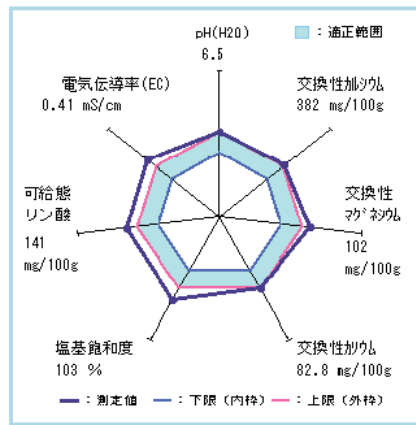
★可給態リン酸(トルオーグ法):自動化学分析装置

可給態微量元素

★ B:0.01M/L 塩化カルシウム オートクレーブ処理抽出法 - ICP-AES

★ Fe、Mn、Zn、Cu、Ni、Co: DTPA抽出法 – ICP-AES

氏名 :
 受付番号 : 2016070072
 圃場・ハウス名 : 家の裏
 圃場・ハウス場所 : 5月28日 定期採取土壌
 土壌種類 : 非火山灰土壌
 採土年月日 : 2016年 5月28日
 現状作物 :
 状況 :
 前作物 :
 次作物 :
 深さ : 15 cm
 土性 :
 備考 : JAとびあ浜松



土壌理化学性	単位	測定値	下限	上限
密度(下層)	mm			22
腐植	%		3	
全窒素	%			
C/N比				
pH(H2O)		6.5	適正	6.0 6.5
pH(NaCl)		5.9	適正	5.5 6.0
電気伝導率(EC)	mS/cm	0.41	過剰	0.1 0.3
交換性カルシウム	mg/100g	382	過剰	254 377
交換性マグネシウム	mg/100g	102	過剰	56.1 90.2
交換性カリウム	mg/100g	82.8	適正	19.1 84.4
交換性ナトリウム	mg/100g			
交換性マンガン	mg/kg	12.8	過剰	4 8
Ca/Mg比	当量比	2.7	適正	2.6 3.75
Mg/K比	当量比	2.9	適正	2 12.5
Ca/K比	当量比	7.8	適正	6.5 37.5
塩基飽和度	%	103	過剰	70 90
CEC	meq/100g	19.9		
可給態リン酸(トローグ法)	mg/100g	141	過剰	10 100
リン酸(NaCl抽出法)	mg/100g	7.5	過剰	5
水溶性リン酸	mg/100g			10
リン酸吸収係数	mg/100g			
アミノ態窒素	mg/100g	5.8		
硝態態窒素	mg/100g	4.2		
硫酸イオン	mg/100g	50.8		

総合所見

- ・ pH(H2O)は適正です。
- ・ 交換性カルシウム・マグネシウム・カリウムが過剰気味です。
- ・ 塩基バランスは良好です。
- ・ 塩基飽和度がやや高めです。
- ・ 電気伝導率(EC)はほぼ良好です。
- ・ 可給態リン酸が極端に過剰です。

★土壌改良・施肥改善対策★

- ・ リン酸過剰対策：リン酸を極力施用しない。
- ・ 当面は、窒素単肥による追肥を行うが、現状では約10kg/10aの無機態窒素が残存する。
- ・ 土壌化学性は、ほぼ良好です。

園芸土壌：DTPA抽出法(pH7.3)

水田土壌：0.1M/L 塩酸抽出法

「Webみどりくん」のコメント欄

総合所見

- ・ pH(H2O)は適正です。
- ・ 交換性カルシウム・カリウムが過剰です。
- ・ 交換性マグネシウムに対してカリウムが多すぎます。
- ・ 塩基バランスが著しく崩れています。
- ・ 塩基飽和度が高すぎます。
- ・ 電気伝導率(EC)は適正です。
- ・ 可給態リン酸が極端に過剰です。
- ・ 可給態ホウ素が欠乏気味です。
- ・ その他の微量元素は十分含まれていますが、交換性マンガンが異常に増加しています。

★土壌改良・施肥改善対策★

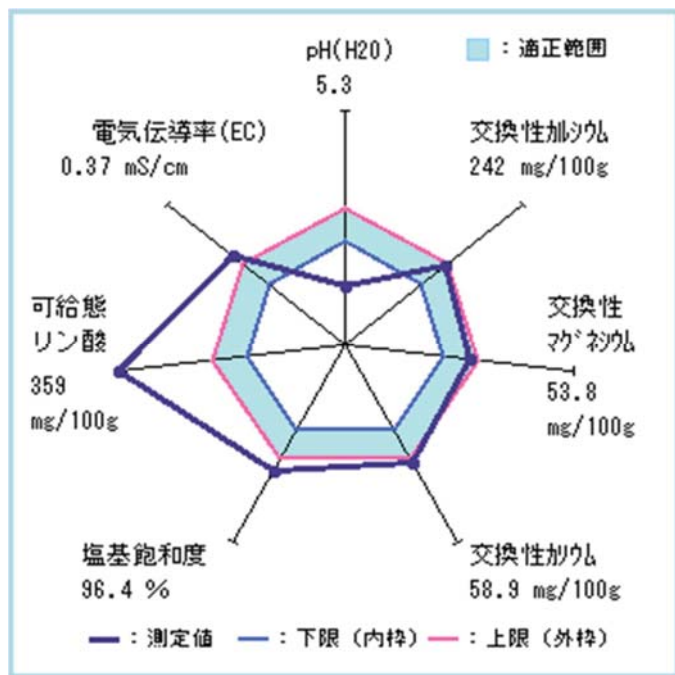
- ・ 塩基バランスの改善：次作の基肥では、カリを無施用とする。
- ・ リン酸肥沃度の改善：リン酸施肥量の大幅削減あるいは、無リン酸栽培。
- ・ 交換性マンガンが異常に高いので、マンガン過剰症に注意する。

「全国土の会」の土壌診断分析表には、処方箋がない！

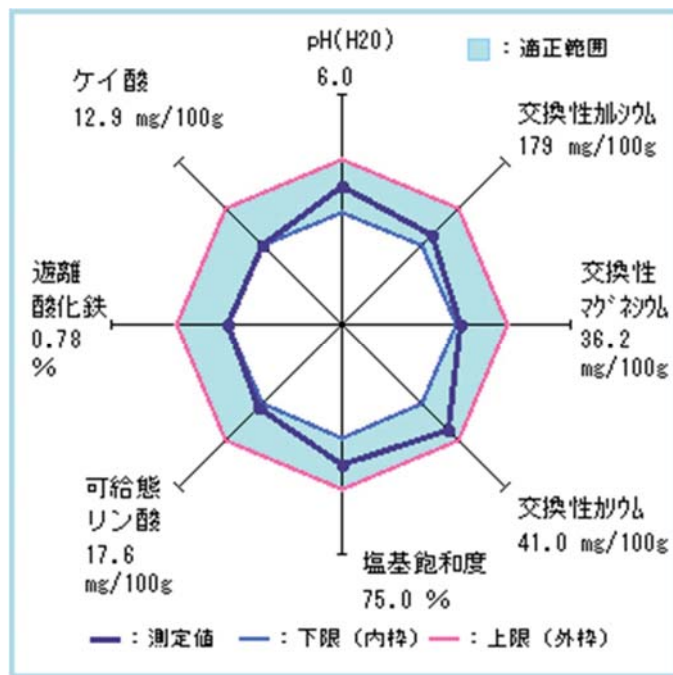
人の処方箋は医師しか書けないが、

土の処方箋は農家でも書ける！

「Webみどりくん」のレーダーチャート



畑・施設土壌用レーダーチャート



水田用レーダーチャート

★ 土壌診断レーダーチャートの全国統一化(分析項目と位置)ができないだろうか？

実践、土壌診断分析に基づいた施肥管理事例

北海道富良野市 奥野農園

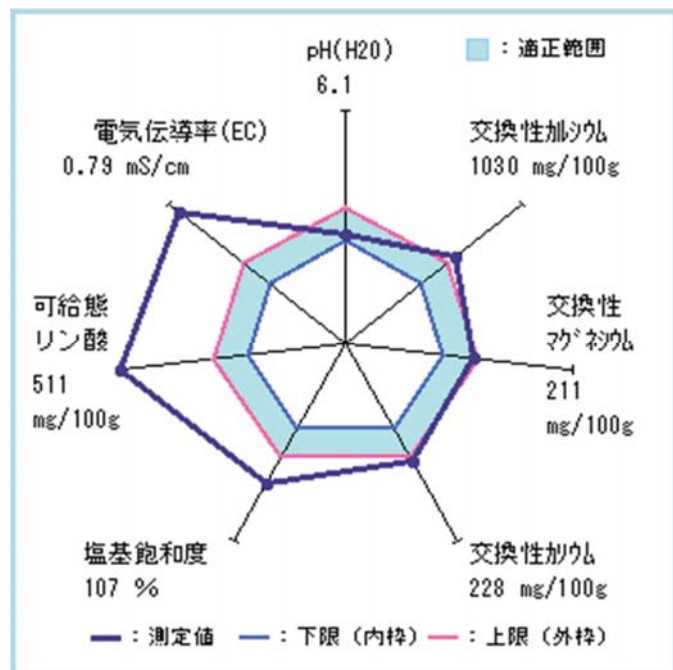
タマネギ …… 11ha
ニンジン …… 3ha
ニンニク …… 2ha
ホウレンソウ …… 1ha

2002年
第14回 富良野大会から入会

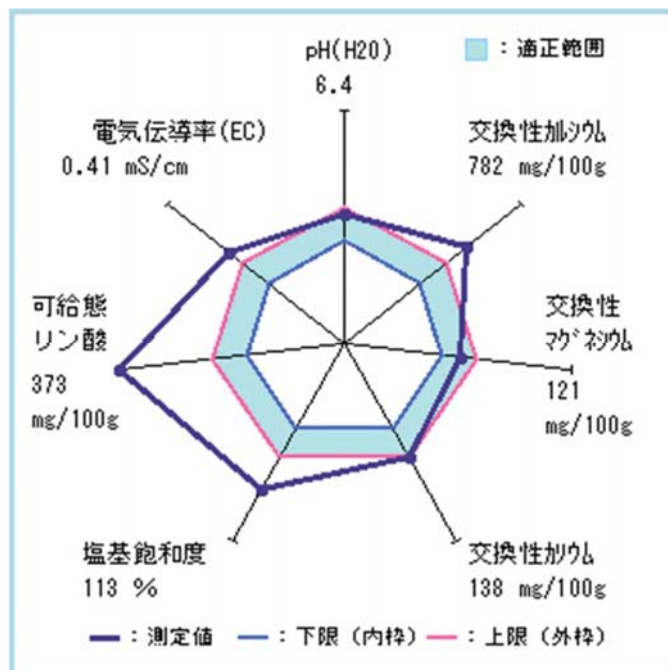
収穫後に土壌診断
↓
分析結果から施肥改善に



ホウレンソウ（タマネギ苗床ハウス）



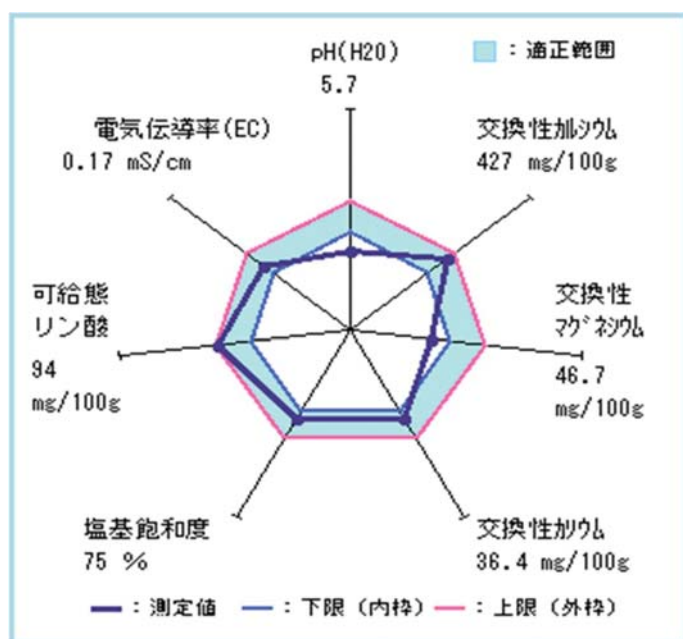
2004年 可給態リン酸
511mg/100g



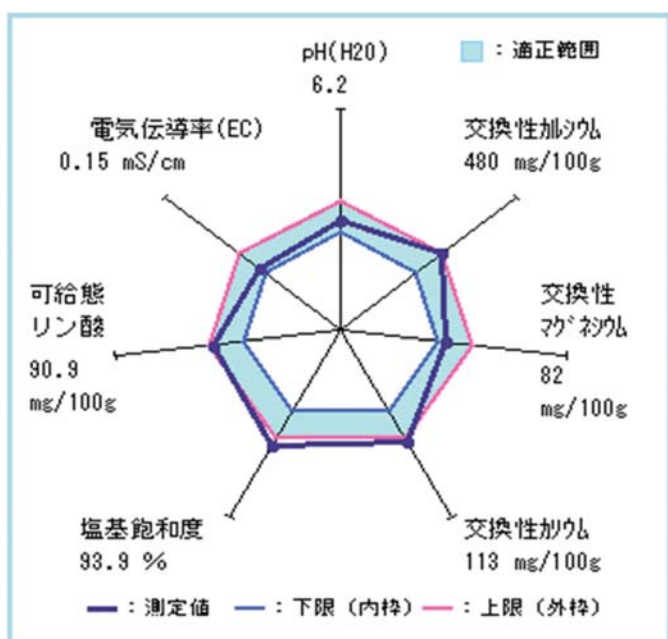
2011年 可給態リン酸
373mg/100g

ホウレンソウの基肥を尿素のみに変更

タマネギ畑



2004年



2015年

転炉スラグを施用→塩基バランスが改善

「全国土の会」入会前

施用量 (kg/10a)

作付品目	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	価格/10a
タマネギ	13	20	10	14,000
ニンジン	12	20	10	11,000
ホウレンソウ	7.2	9.6	7.2	7,650



「全国土の会」入会后

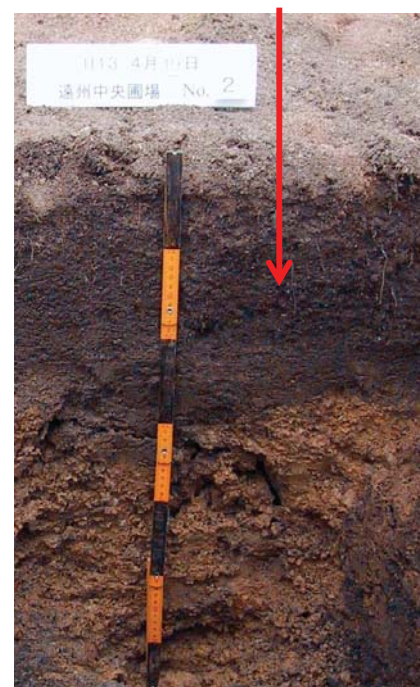
作付品目	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	価格/10a
タマネギ	15	5	5	9,600
ニンジン	9.8	5.6	6.3	8,050
ホウレンソウ	9.6	—	—	1,580

土壌診断分析に基づいた施肥改善の実証試験事例



角田農園の青梗菜ハウスと入会当時の土壌断面
(遠州土の会)

可給態リン酸: 540mg/100g



2001年の土壌断面

年6作の周年栽培ハウス

長年にわたる豚ふん堆肥施用により
作土に有機物が蓄積して黒色化
(土壌は赤黄色土)

★2001年より、チンゲンサイ栽培100作を超えた！

生ごみ100%の生ごみ肥料「みどりくん」



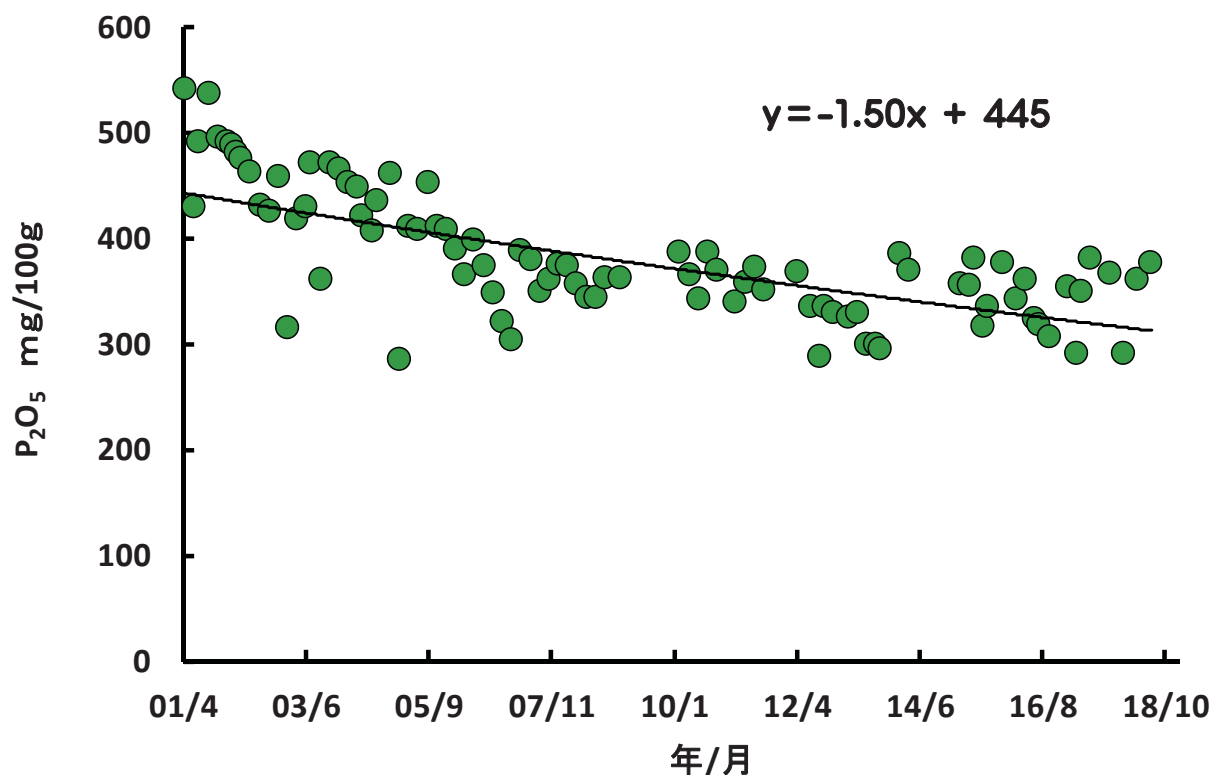
生ごみ乾燥物
油脂 19% C/N 13.1

搾油物
油脂 7.2%
C/N10.5

生ごみ肥料
(4-1-1)

超L型低成分肥料

- ★ 2010年: 仮登録
- ★ 2012年: 特許取得
- ★ 2018年10月: 公定規格「食品残さ加工肥料」



「みどりくん」区における可給態リン酸の経時変化

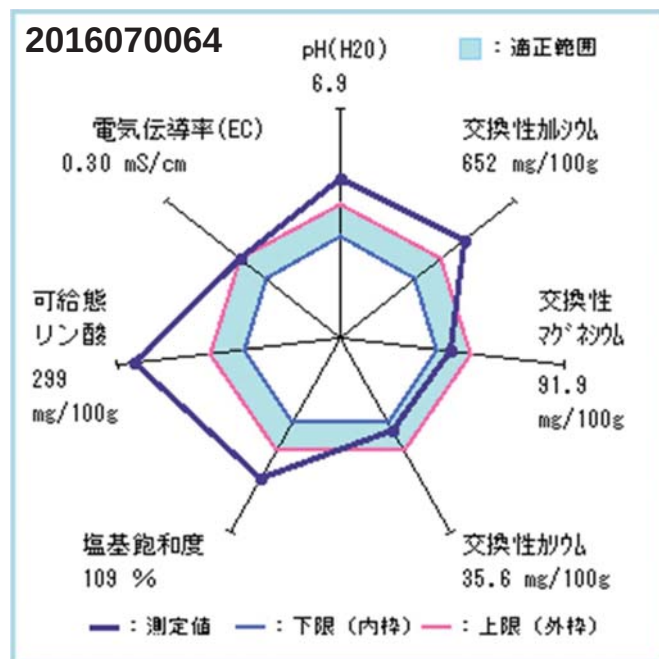
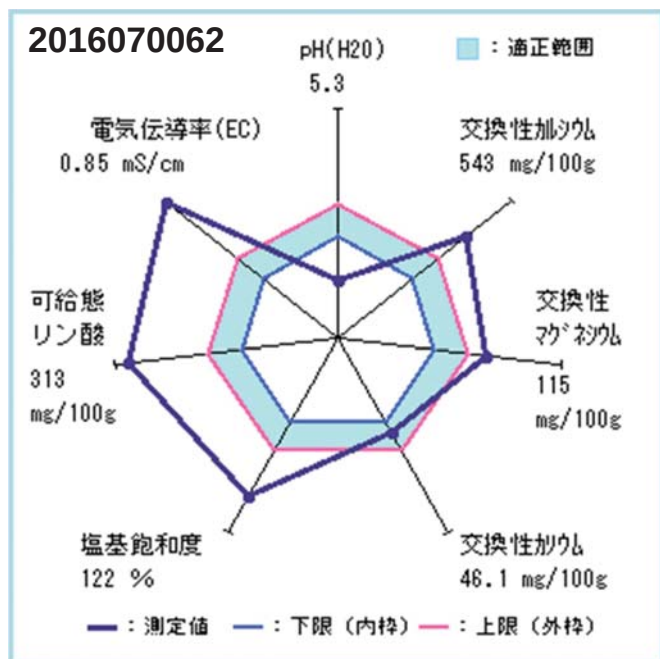
チンゲンサイ(100作)のリン酸量収支

100作あたりのリン酸量収支	P ₂ O ₅ kg/10a
チンゲンサイによる吸収量	-375
施肥量(「生ごみ肥料」由来)	247
吸収量 - 施肥量	-128
土壌のリン酸量の増減	-144

★ リン酸過剰土壌で、リン酸施肥量を作物吸収量以下に削減すれば土壌中のリン酸が減少することは、当たり前！

★ 18年間にわたる角田ハウスでの栽培試験で、新たな知見！

★最近、慣行区の硫酸イオンの蓄積が顕著になった★



硫酸イオン(SO₄²⁻) 慣行区: 156 mg/100g
硝酸態窒素 6.6mg/100g

「みどりくん」区: 9.2mg/100g
2.0mg/100g

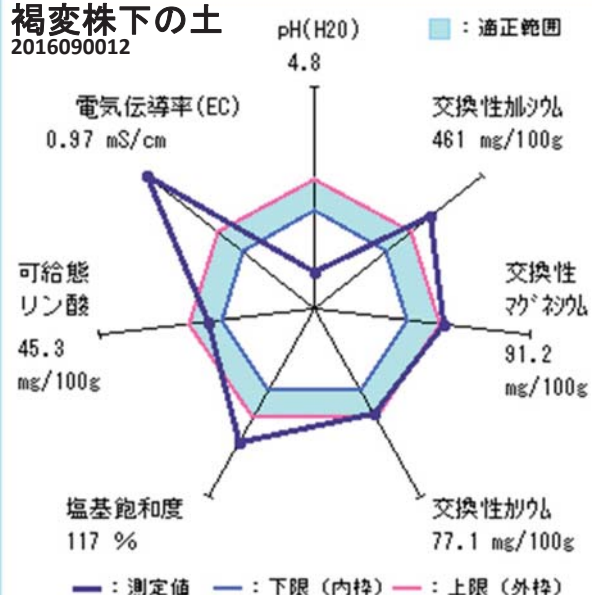
[慣行区での硫酸イオン蓄積原因]: 有機配合肥料に7.5%の硫酸イオンが含まれていたため。

硫酸イオンの蓄積が、pH(H₂O)の低下と電気伝導率の上昇をもたらす！

北海道のアルストロメリアハウスで、葉部に褐変が出現した！

褐変株下の土

2016090012



葉部に褐変症状

交換性マンガン: 35.4mg/kg

可給態マンガン: 16.4mg/kg

硝酸態窒素 : 23.2mg/100g

硫酸イオン : 102mg/100g

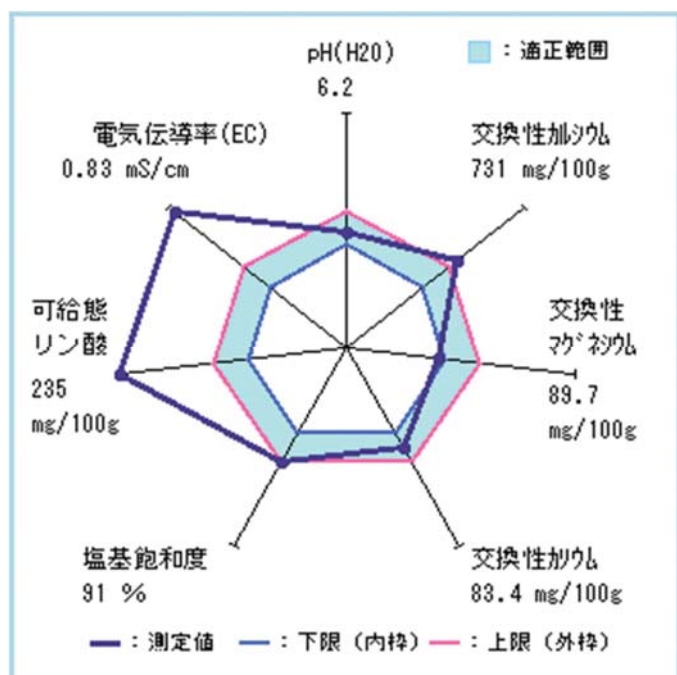
★ アルストロメリアの葉にマンガン過剰症による褐変

その原因は、硝酸態窒素・硫酸イオン過剰による土壌酸性化！

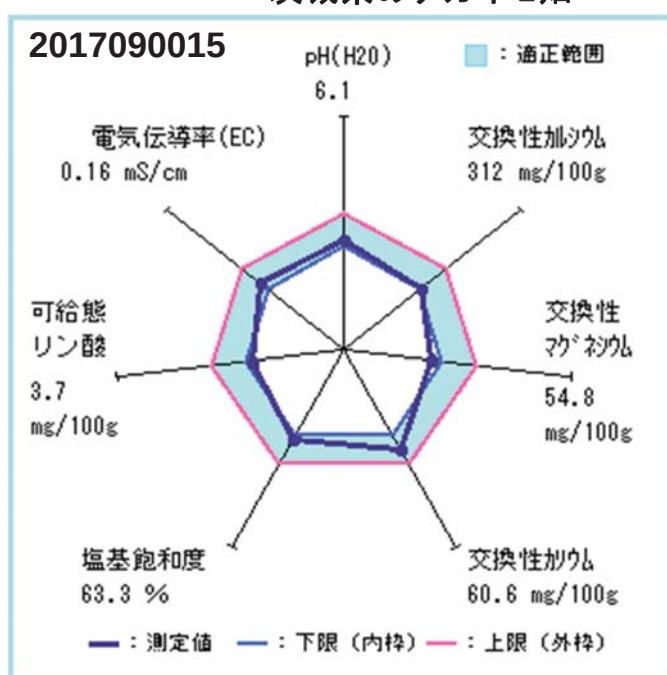
[注]可給態マンガン:DTPA可溶性

硫酸イオンが電気伝導率に及ぼす影響は、リン酸過剰で助長される！

熊本県のメロンハウス 黒ボク土のハウスと露地畑 茨城県のナガイモ畑

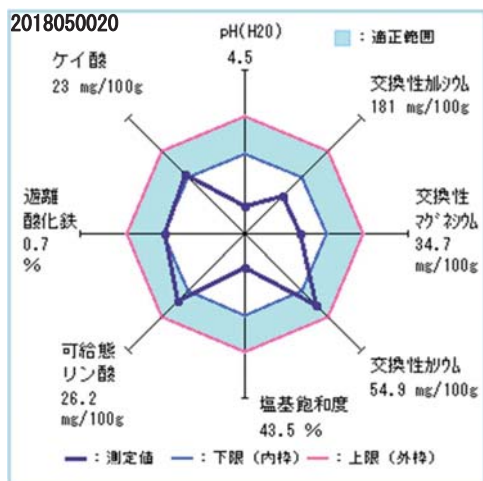


硝酸態窒素 8.1mg/100g
硫酸イオン 154mg/100g



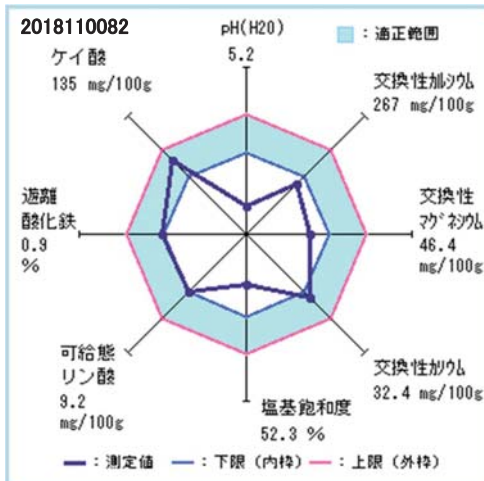
硝酸態窒素 2.9mg/100g
硫酸イオン 91.8mg/100g

宮城県

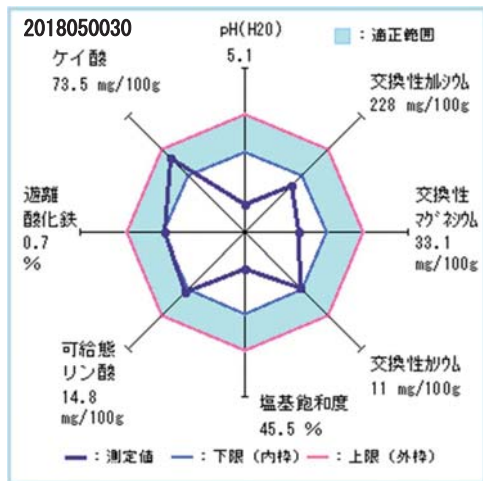


園芸土壌とは対照的に
地力の低下が目立つ水田土壌の事例

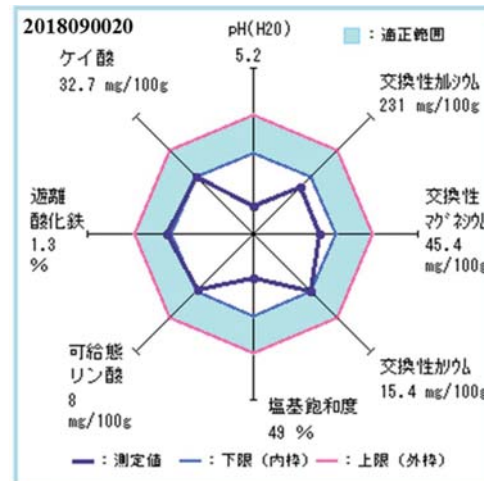
兵庫県



岡山県



愛知県



農業者に役立つ土壌診断分析(化学性)

★ 土壌診断室間での手合わせ分析の励行

★ 土壌診断室での迅速土壌診断分析法の普及

★ 分析項目の取捨選択による省力化・迅速化

★ 腐植含有量は、土色でわかる

★ リン酸吸収係数は不要

★ 微量元素は年に一度で充分



★ リアルタイム土壌診断分析の普及

★ 普及指導員・営農指導員・肥料商技術者向け: 電極法・簡易比色計法

★ 農業者向け: 試験紙法

★ 簡易土壌試料採取器具の普及: 土壌診断スコップ

★ 土壌診断室での堆肥分析の実施

★ 全量分析ではなく、0.5M/L 塩酸あるいは2%クエン酸抽出法



土色から
判断できる腐植含有量

表 リン酸吸収係数の分析値と分析法

土色から
判断できる腐植含有量

		分析機関	リン酸吸収係数	分析法
			P ₂ O ₅ mg/100g	
	20%以上	平29-12	160	1:20 正リン酸法
		平29-23	189	1:20 正リン酸法
		平29-09	198	1:20 正リン酸法
		平29-22	209	1:20 正リン酸法
	10～20%	平29-01	1270	1:2 リン安法
		平29-15	1347	1:2 リン安法
		平29-11	1410	1:2 リン安法
	5～10%	平29-02	1490	1:2 リン安法
		平29-27	1520	1:2 リン安法
		平29-03	1550	1:2 リン安法
		平29-10	1570	1:2 リン安法
	3～5%	平29-07	1600	1:2 リン安法
		平29-14	1601	1:2 リン安法
		平29-18	1624	1:2 リン安法
		平29-24	1774	1:2 リン安法
	0～3%	平29-08	1800	1:2 リン安法
		平29-17	1801	1:2 リン安法
		平均 1,570		

注: 可給態リン酸 590mg/100g (黒ボク土)

農業者による「土壌診断に基づいた土づくり」 の普及に向けて

- ★「土づくりコンソーシアム」の主役は、農業者
- ★ 農業者に対する、「土と肥料の科学」の啓発
 - ☆ 土壌医検定講習会・全肥商連施肥技術講習会への農業者の参加促進
 - ※ 農業者向け講座の新設など
- ★ 各種「土づくり講習会」の開催案内窓口の開設
 - ※ 地域土壌医の会・土を考える会・全国土の会 など
- ★ 土壌診断分析結果に対応できる肥料銘柄の供給
 - ☆ リン酸過剰土壌にはV型肥料
 - ☆ リン酸・カリ過剰土壌にはL型肥料
 - ☆ 硫酸イオンが蓄積した園芸土壌には、無硫酸根肥料
 - ☆ 可給態ケイ酸・鉄欠乏・酸性化水田土壌には、転炉スラグ
 - ☆ 系統・商系の枠を取り外した肥料の流通自由化

田んぼや畑に肥やしを撒くのは農業者

「健康な土づくり」を目指して、
「少なければ施し、多ければ施さない」を徹底しよう！



