

トマトの土壌・栄養診断と 改善対策の実際

岐阜県西濃農林事務所
農業普及課長(土壌医)
市原知幸

自己紹介

氏名 市原知幸

経歴 平成4年度岐阜県庁入庁後、主に県内の主要野菜産地の普及指導員として勤務

【土壌医の活動】

- ・平成26年度 土壌医資格取得(第2号)
- ・平成29年度～ 土壌医の会全国協議会幹事
- ・日本土壌協会主催の資格登録者研修会、実践研修会、事例研究演習問題の講師
- ・令和2年度～データ駆動型土づくり推進事業(同協会)の診断項目・指標・対策メニュー作成

【主な講演】

- ・トマト土壌病害(青枯病)対策(平成29年度 土づくり推進フォーラム)
- ・施設野菜(トマト及び小松菜)産地のカリウム欠乏と対策(令和3年度 同フォーラム)

【主な執筆】

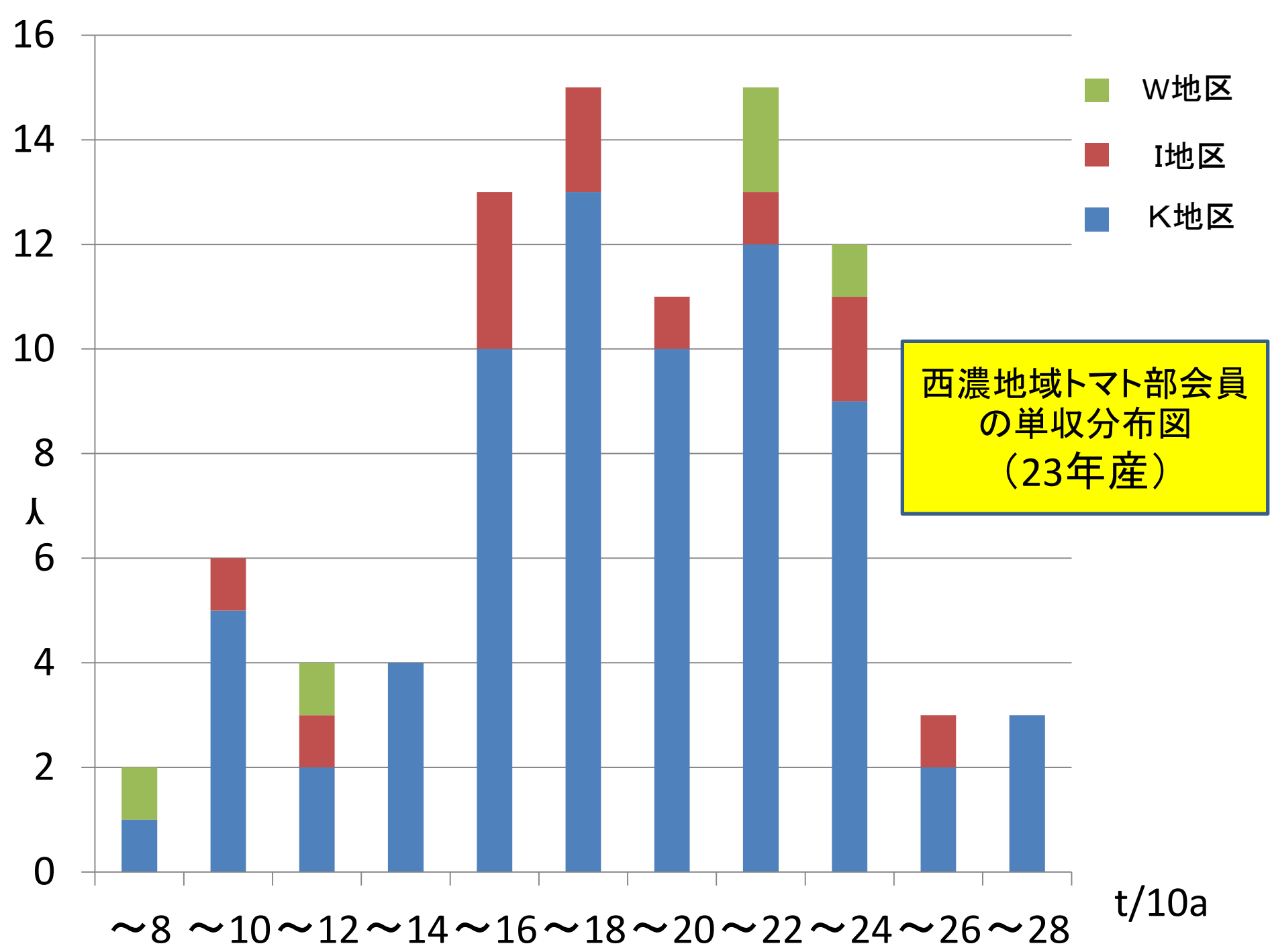
- ・とれるトマトの追肥方法がみえた(現代農業 2013年1月、別冊「農家が教えるトマトづくり」)
- ・腐植とリン酸とトマトの生育(土づくりとエコ農業 2015年8・9月号)
- ・土も水も作物も安定する鎮圧栽培(現代農業 2017年3月)
- ・耕盤破碎, ライムギ輪作による根域拡大・排水対策(農業技術体系 追録31号・2020年4巻)
- ・トマトネコブセンチュウ対策～岐阜県の取り組み(土づくりとエコ農業 2015年6・7月号)
- ・土壌診断による施設葉菜類の生育改善(図解でよくわかる土壌診断のきほん)

【表彰歴】

- ・平成30年度 優良土づくり推進活動最優秀賞 「土壌、作物診断によるトマトの安定生産」
- ・令和2年度 優良土づくり推進活動最優秀賞(農林水産省生産局長賞)
「土壌診断による施設葉菜類の生育改善」

トマトの土壌、栄養診断の普及指導

- 平成7～9年 恵那地域(夏秋、中山間地)
栄養診断
- 平成20～23年 西濃地域(冬春、平坦地)
栄養診断、土壌化学性、土壌病害虫
- 平成24～25年 飛騨地域(夏秋、高冷地)
栄養診断、土壌化学性・物理性、土壌病害
- 平成26～29年 野菜の革新支援専門員



葉の上偏生長による 栄養診断

農業技術体系「トマトの生理障害」より

葉がやや
ねじれている

窒素が適正な状態



窒素過多の状態



葉のねじれが大きい

窒素不足の状態



葉がまっすぐ伸び、葉も小さい

外観による生育診断

開花(1花)直下の
茎太で
判断する場合



8mm以下

8mm(鉛筆)

8mm以上

弱い

適正

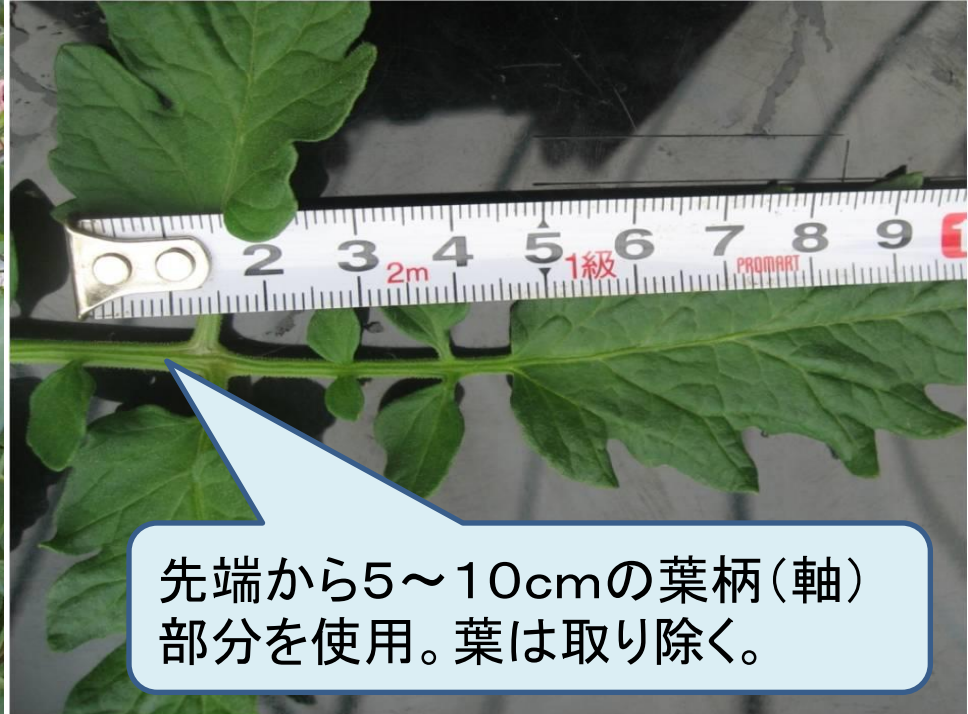
強い

外観と栄養診断の違い

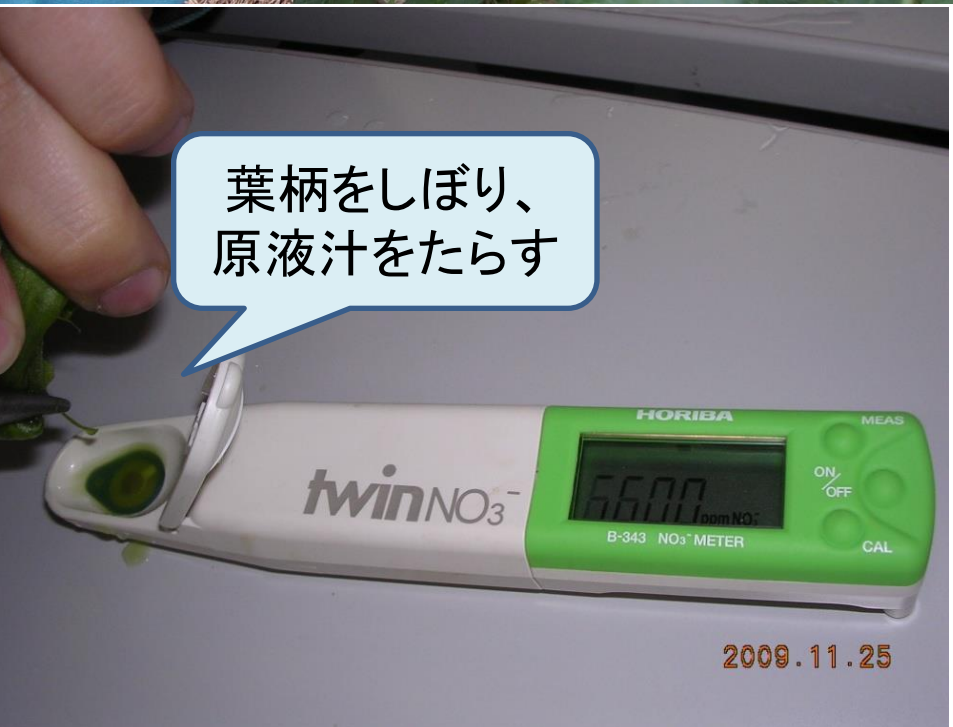
- 肥料の過不足は茎の太さ、早朝の生長点の葉の巻き具合、葉色等から判断している。
- 外観から判断できるまでには、実際の過不足が生じてからある程度の時間があるため、対応が遅れることがある。
- 判断が主観であるため、対応を間違え、状況をさらに悪化させる場合もある。
- 栄養診断はトマトの状態を数値の上下変動でリアルタイムに把握できるので、対応の遅れや判断の誤りを防ぐことができる。



果実がピンポン玉
付近の葉柄をとる



先端から5~10cmの葉柄(軸)
部分を使用。葉は取り除く。



葉柄をしぼり、
原液汁をたらす

トマト栄養診断 (葉柄中硝酸イオン濃 度測定)

生産者にもほ場で
簡単に測定可能

2009.11.25

トマト栄養診断技術（農業普及課）

全生産者の時期別硝酸イオン濃度測定



上位単収者分析→基準値作成

	硝酸イオン濃度
生育期間	3,000～5,000ppm
最終摘芯以降	300～2,000ppm



各生産者で栄養診断による肥培管理
（経験と勘のみ→数値による診断）

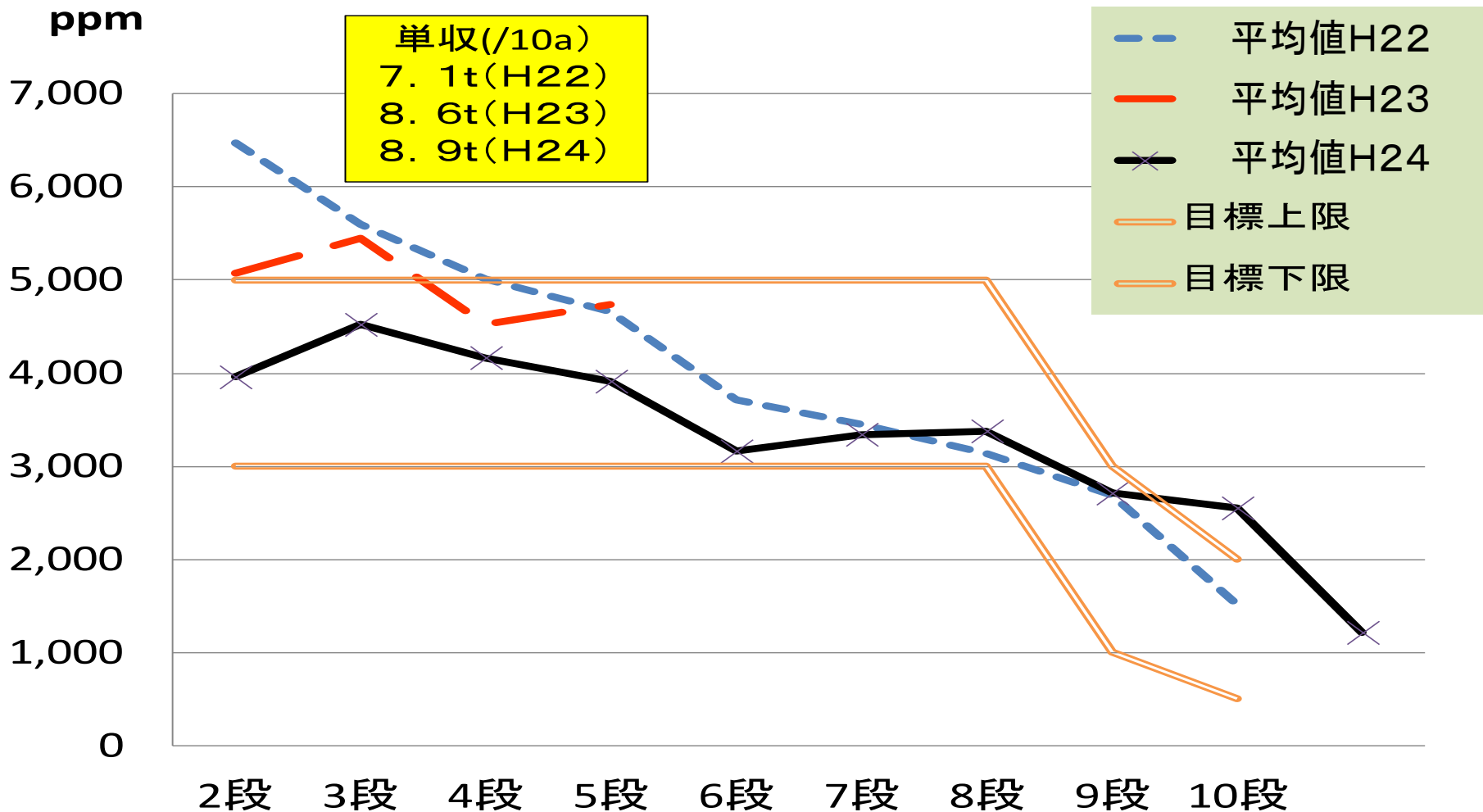
単収の差による硝酸イオン濃度ppm

(分析生産者平均、恵那地域、H9)

単収	6月	7月	8月	9月	8月と9月の差
9t以上	4950	4720	4350	2340	2010
4t以下	6600	3470	4080	3100	980

- ・下位者は生育初期6月の濃度が高い。
- ・下位者は摘心(8月中下旬)後も濃度低下が少ない。

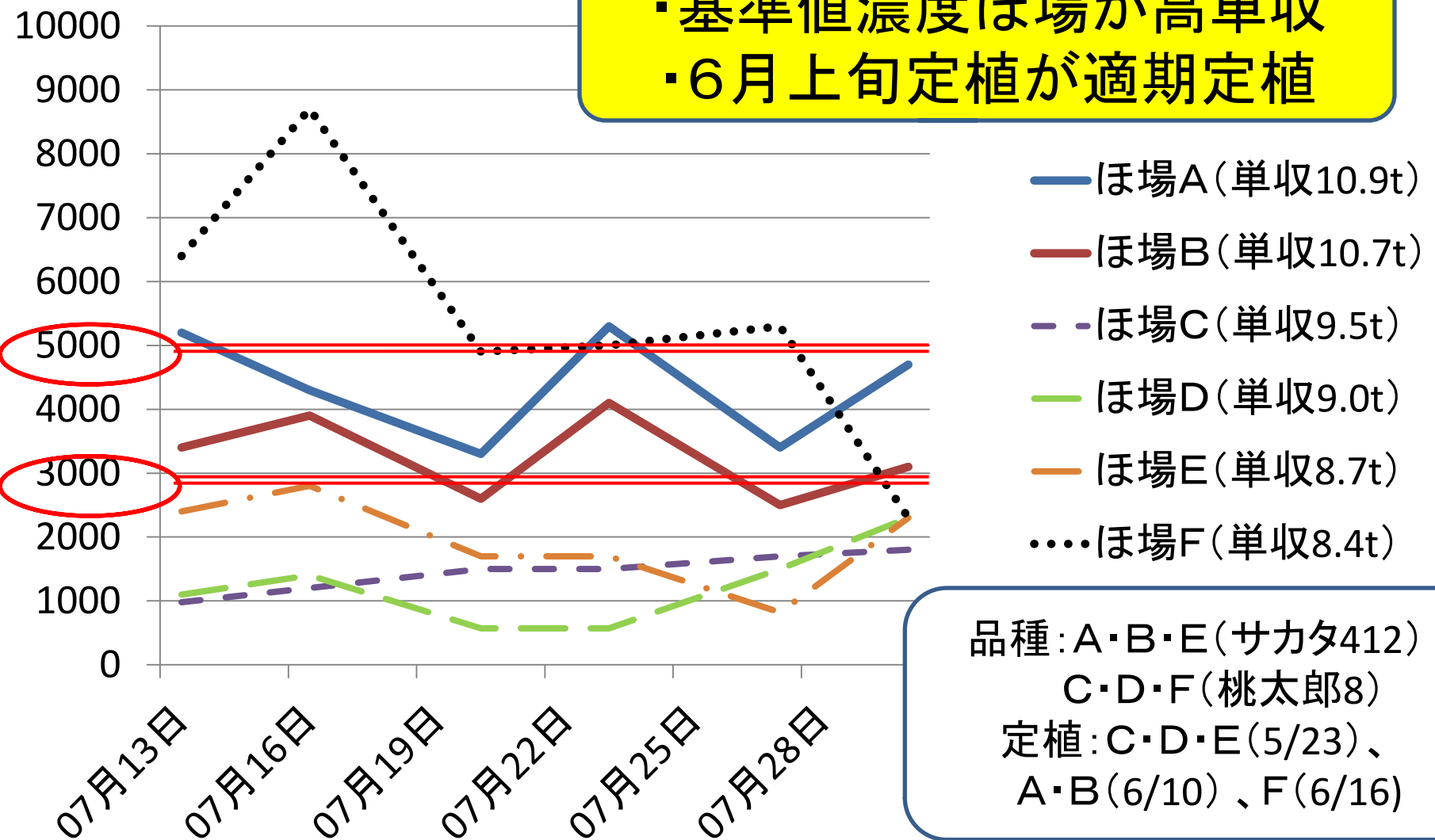
硝酸イオン濃度(平均値)と単収(飛騨地域N地区)



県基準値(摘芯前まで3,000~5,000ppm)に近づくとつれ高単収に。
過去最高の単収になった24年度は基準値と一致。

同一生産者のほ場別硝酸イオン濃度と単収の傾向 (H25年7月、I農家、飛騨地域)

・基準値濃度ほ場が高単収
 ・6月上旬定植が適期定植



品種: A・B・E (サカタ412)
 C・D・F (桃太郎8)
 定植: C・D・E (5/23)、
 A・B (6/10)、F (6/16)



灰色かび病



2009.03.04



2009.03.26

9月の灰色かび病の多少と葉柄中硝酸濃度 (平均値、恵那地域、H9)

		6月	7月	8月	9月	該当者数
灰色かび病	少	4990	4260	4030	2670	57名
	多	5930	4170	4300	2700	34名

・収穫終盤に灰色かび病の多い人は生育初期の6月に濃度が濃い傾向。

硝酸イオン濃度と具体的対策

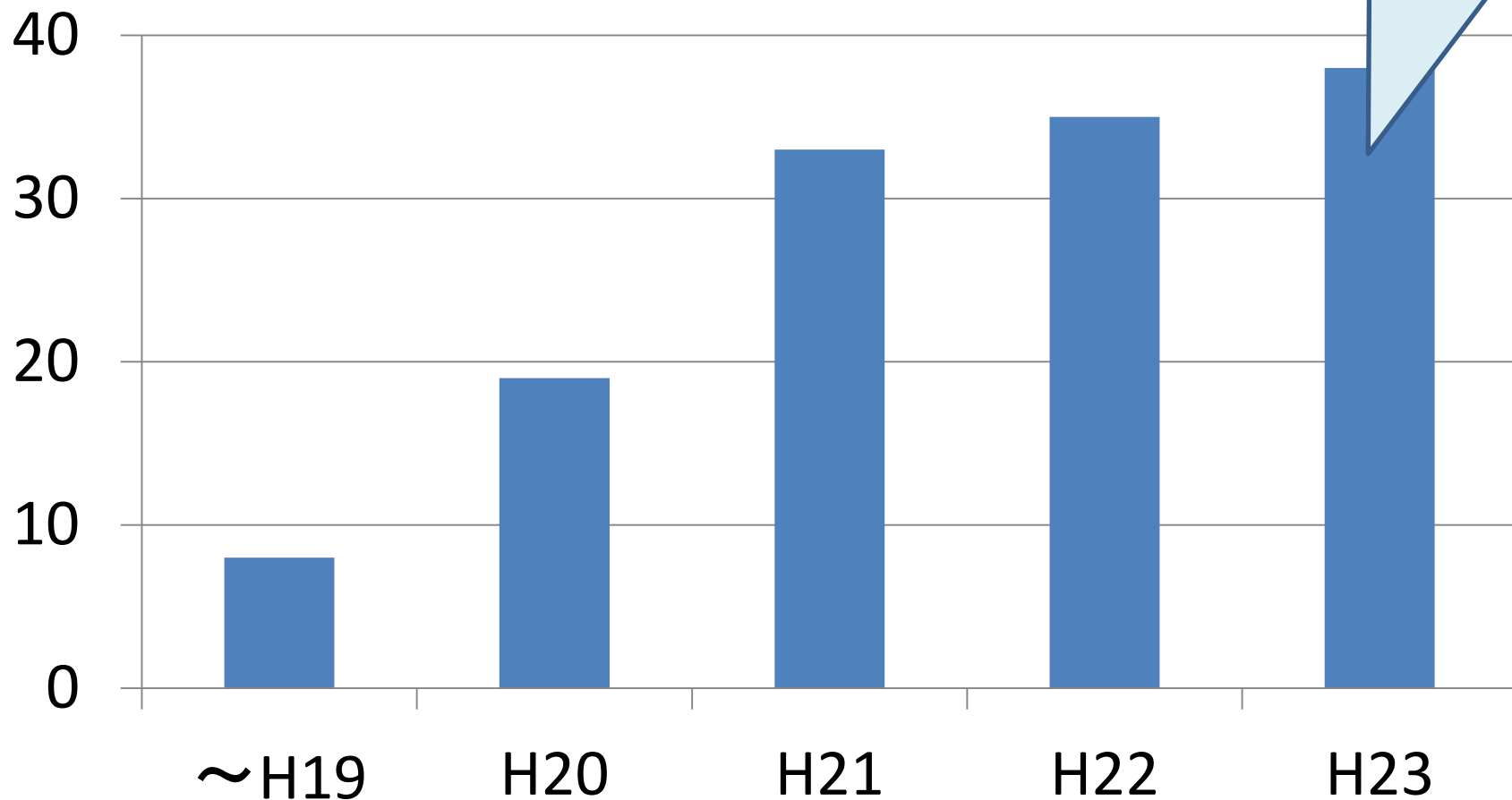
硝酸濃度	対応	具体例
基準値以上	追肥減	<ul style="list-style-type: none">・灌水のみ行う。・様子を見る(灌水できない場合)
基準値以内		<ul style="list-style-type: none">・今までの肥培管理を継続
基準値以下	追肥増	<ul style="list-style-type: none">・追肥開始時期の判断・追肥の間隔をせまくする。・1回の追肥量を多くする。・摘果を行う。

西濃地域(Kトマト部会)の硝酸イオンメーカー 新規購入者の平均単収(t/10a)

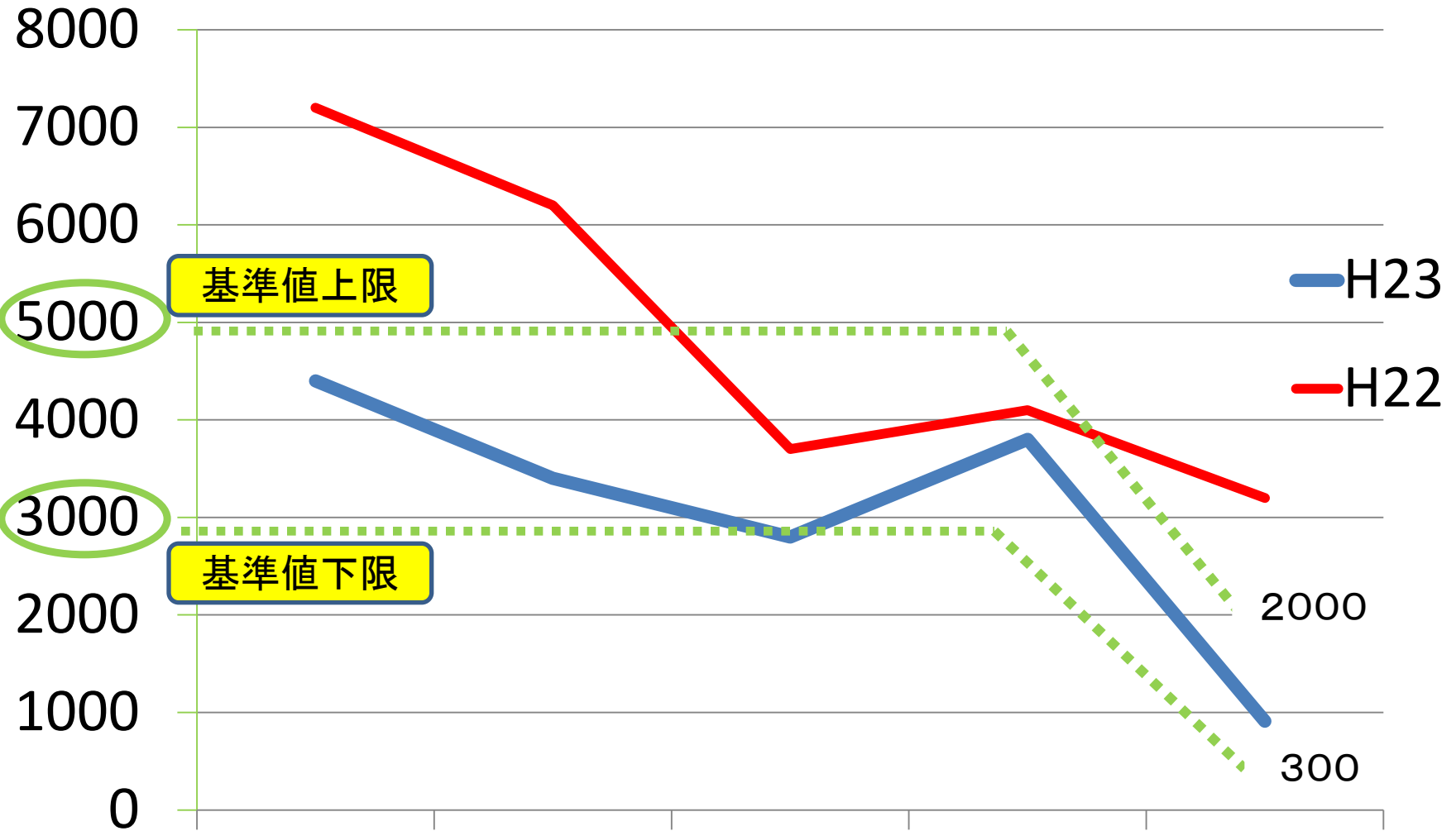
	H21 購入後	H20 購入前	前年比	該当者
新規 購入	19.2	18.4	104%	16名
部会 平均	18.0	18.2	99%	73名

硝酸イオンメーター購入者数の推移 (西濃地域)

全生産者の
43%が購入



C農家(就農2年目)の硝酸イオン濃度ppmと単収(西濃地域)



10月 12月

14.0t
(H22)



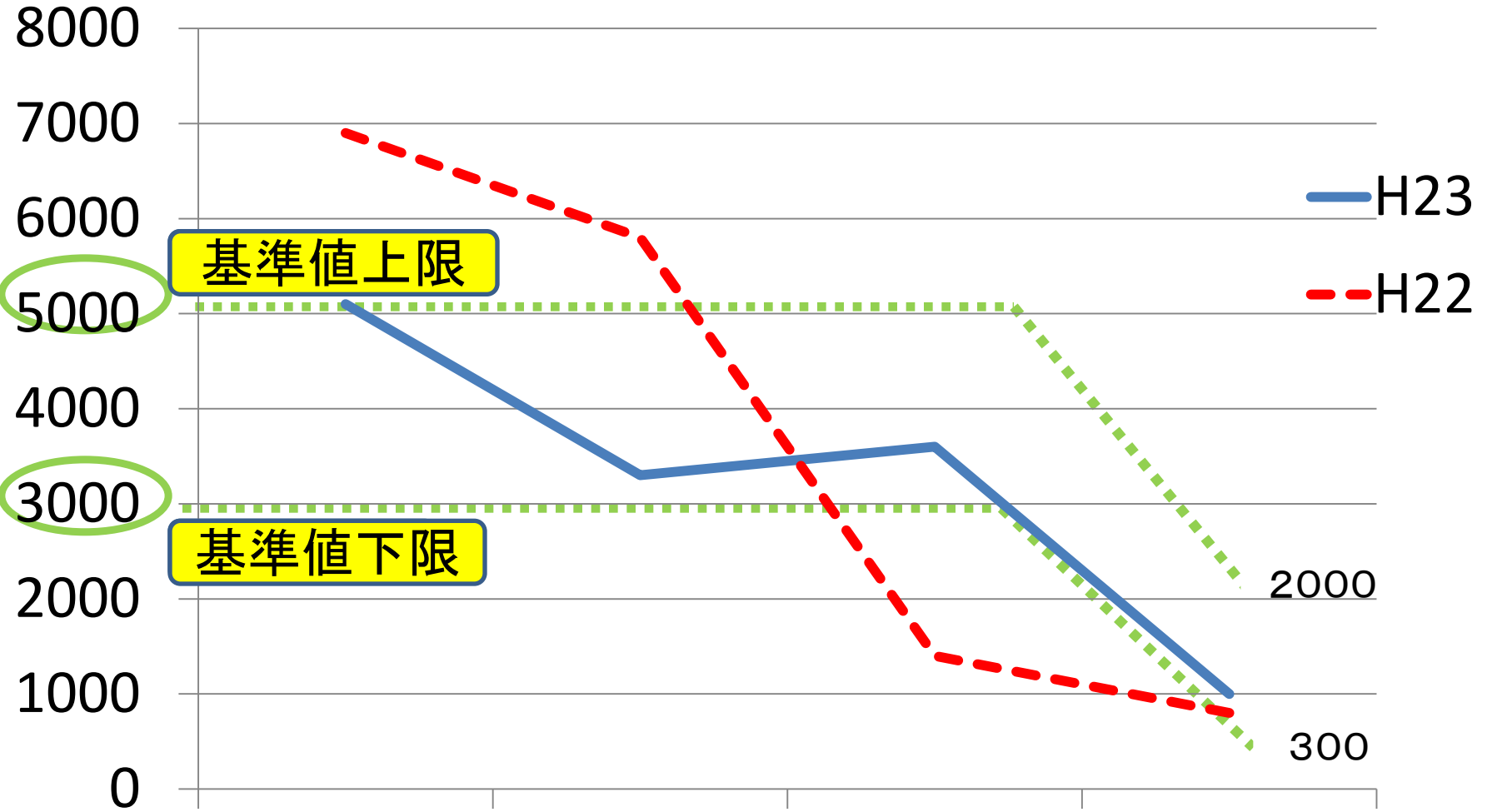
2月

4月

摘芯後

20.2t
(H23)

D農家(就農5年目)の硝酸イオン濃度ppmと単収(西濃地域)



基準値上限

基準値下限

10月
18.2t
(H22)



3月
22.6t
(H23)



生育初期から濃度が高い
→灌水方法の見直し



灌水多くしても、日光が当たらない場所で内側に葉がまく



果実が大きにならない

ザラ玉が発生



穂木から気根

生育中期(8月)に硝酸イオン濃度が低下し、濃度回復不可

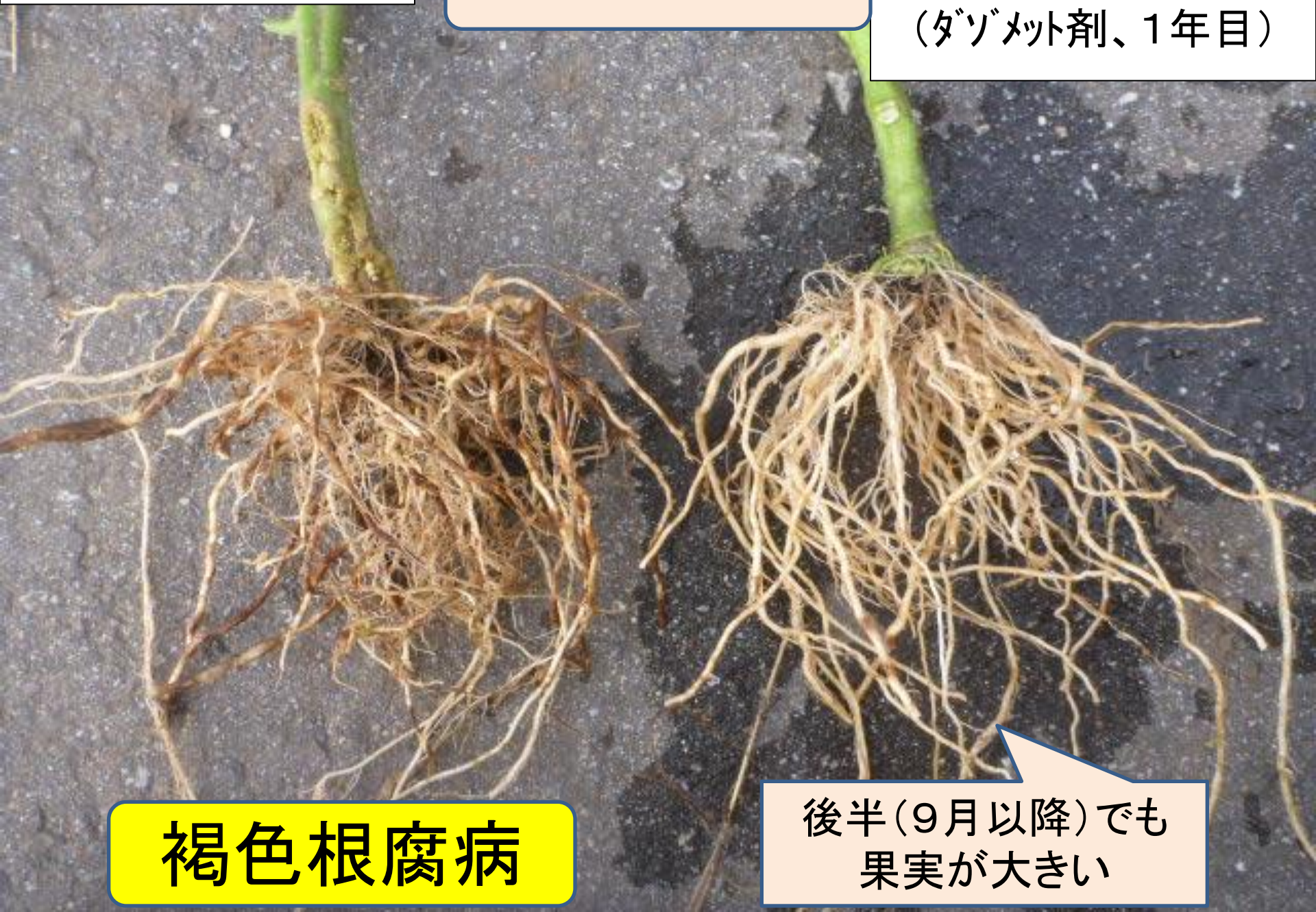


1ヶ月後(9月)に生育障害の問い合わせが増加(飛騨地域)

無消毒ほ場

9月中旬に抜き取り

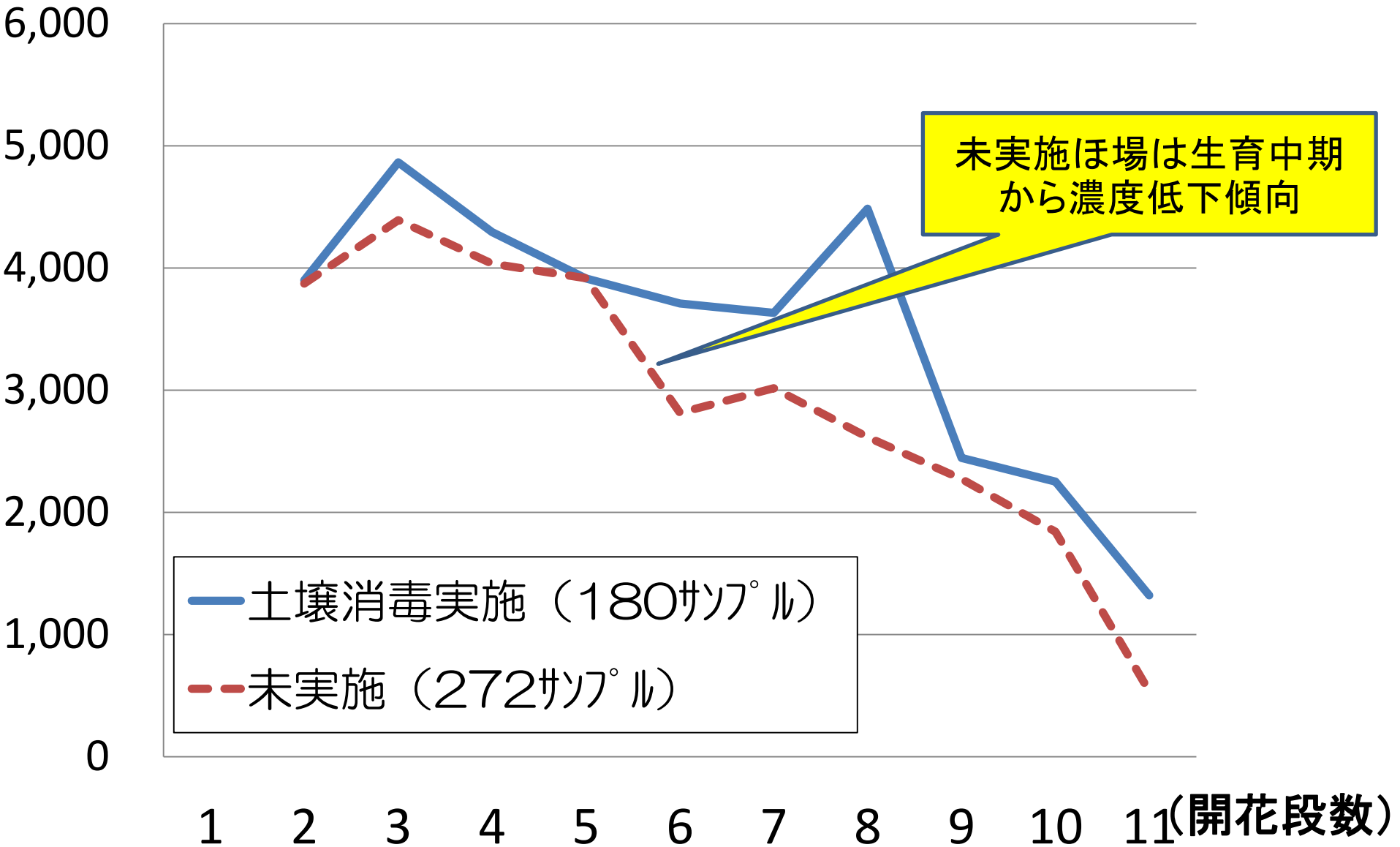
土壌消毒ほ場
(ダゾメット剤、1年目)



褐色根腐病

後半(9月以降)でも
果実が大きい

土壤消毒の実施有無による硝酸イオン濃度 ppm (2012: 飛騨地域N地区)





還元消毒
1年目

還元消毒
2年目

A農家
(調査:9月中旬)

還元消毒
3年目

還元消毒
なし



栄養診断を開始した生産者の感想（飛騨地域）

数値を気にしてから、生育が良くなった。

トマト栽培がおもしろくなった。次年度も積極的に行いたい。

栽培経験が少ないので、非常に参考になる。

次年度は濃度測定を3～4日に1回から、1～2日に1回に変更して、勉強したい。

濃度が高い場合は追肥をやめたことで、昨年よりも3割も肥料が余った。コスト削減になり、硝酸イオンメーター購入分のもとはとれた。

新規や土壌消毒ほ場は基準値で良好。そうでないほ場は不良（コルキールートか）。

同じほ場内で複数の株を測定したが、基準値の樹が、着果・茎太ともに最も良好。

4,000ppmを示す樹から、葉の巻き具合等、理想の樹姿が逆にわかるようになった。

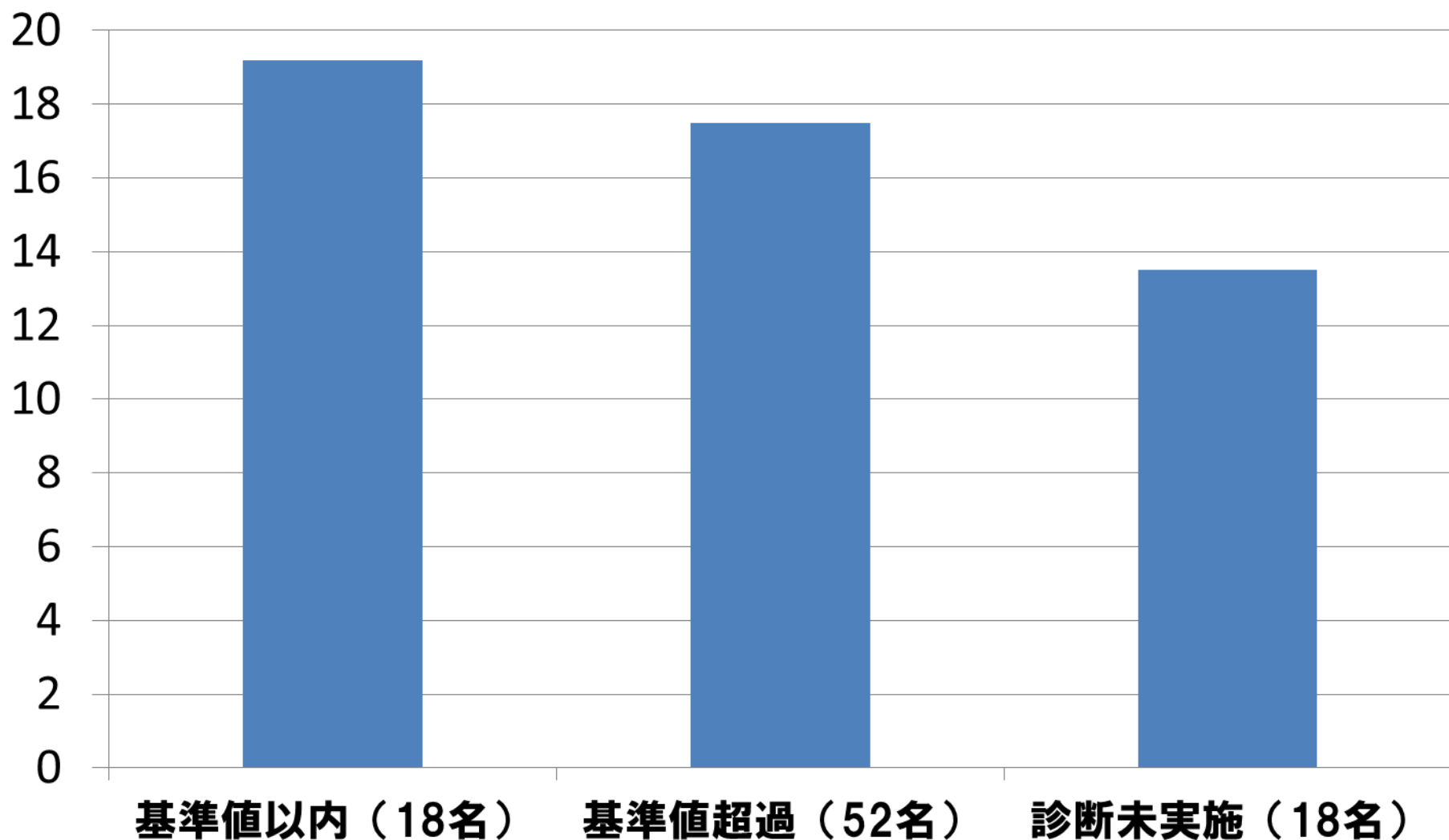
昨年と同じ管理で、数値は基準値を示した。自分の管理に自信をもてた。

初期に濃度が高いほ場は生育が悪化した。定植前後が重要で、次年度は注意したい。

濃度が低い場合、追肥をかなり行ったが、濃度が上昇しない。かえって根痛みをおこして悪化させたしまったか。それともコルキールートが原因か。

追肥は常に水を伴うが、うすい液肥はかえって濃度を低下させてしまうのでは。

西濃地域冬春トマト産地の塩基(石灰+苦土+カリ) 飽和度による平均単収(t/10a、H22)

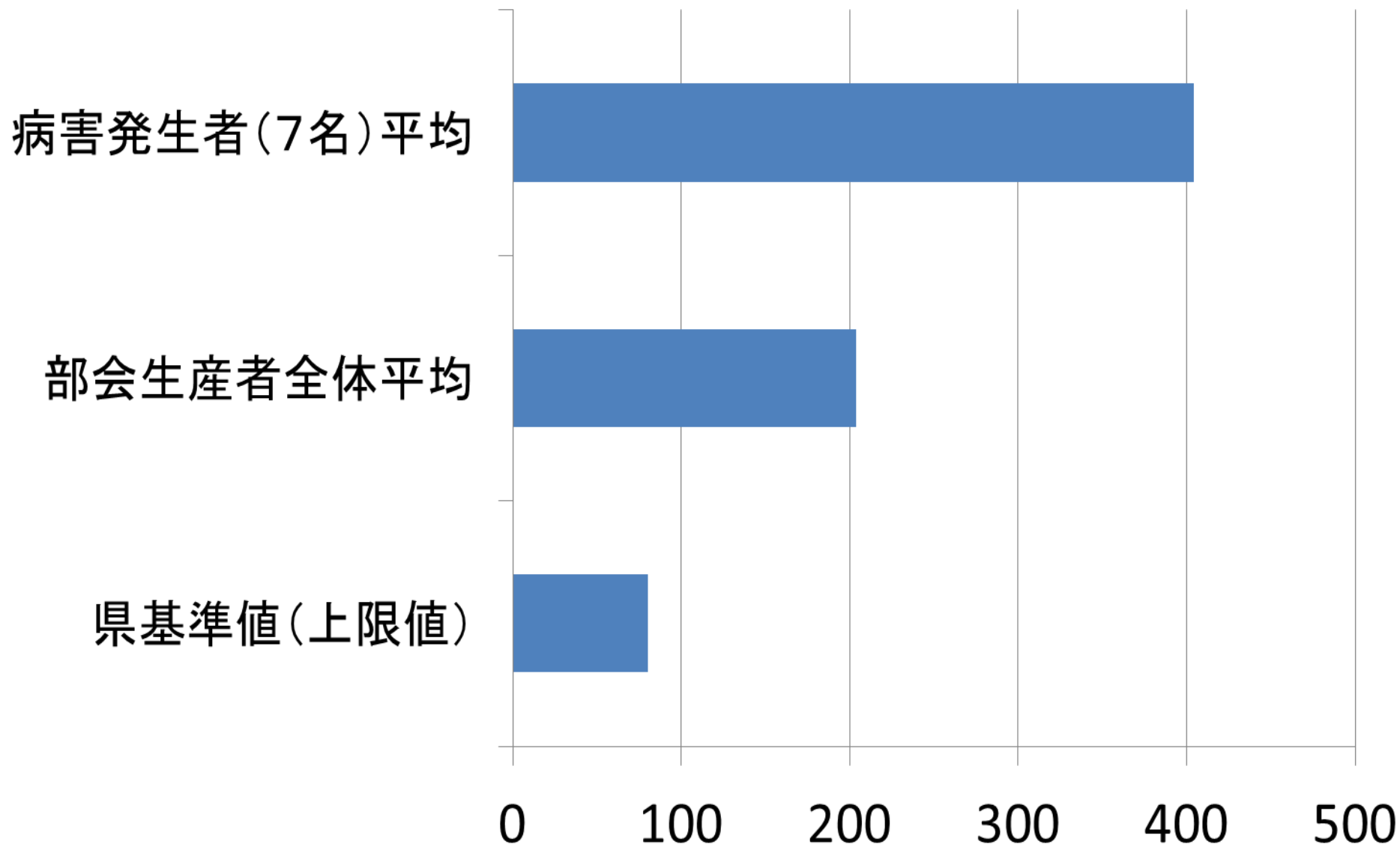


トマト萎凋病 (F3)



2010.01.06

西濃地域冬春トマト産地の土壌病害(いちょう病F3) 発生者の土壌可給態リン酸値(mg/土100g、H23)



肥料の見直し(リン酸の削減)



堆肥の見直し→植物性へ



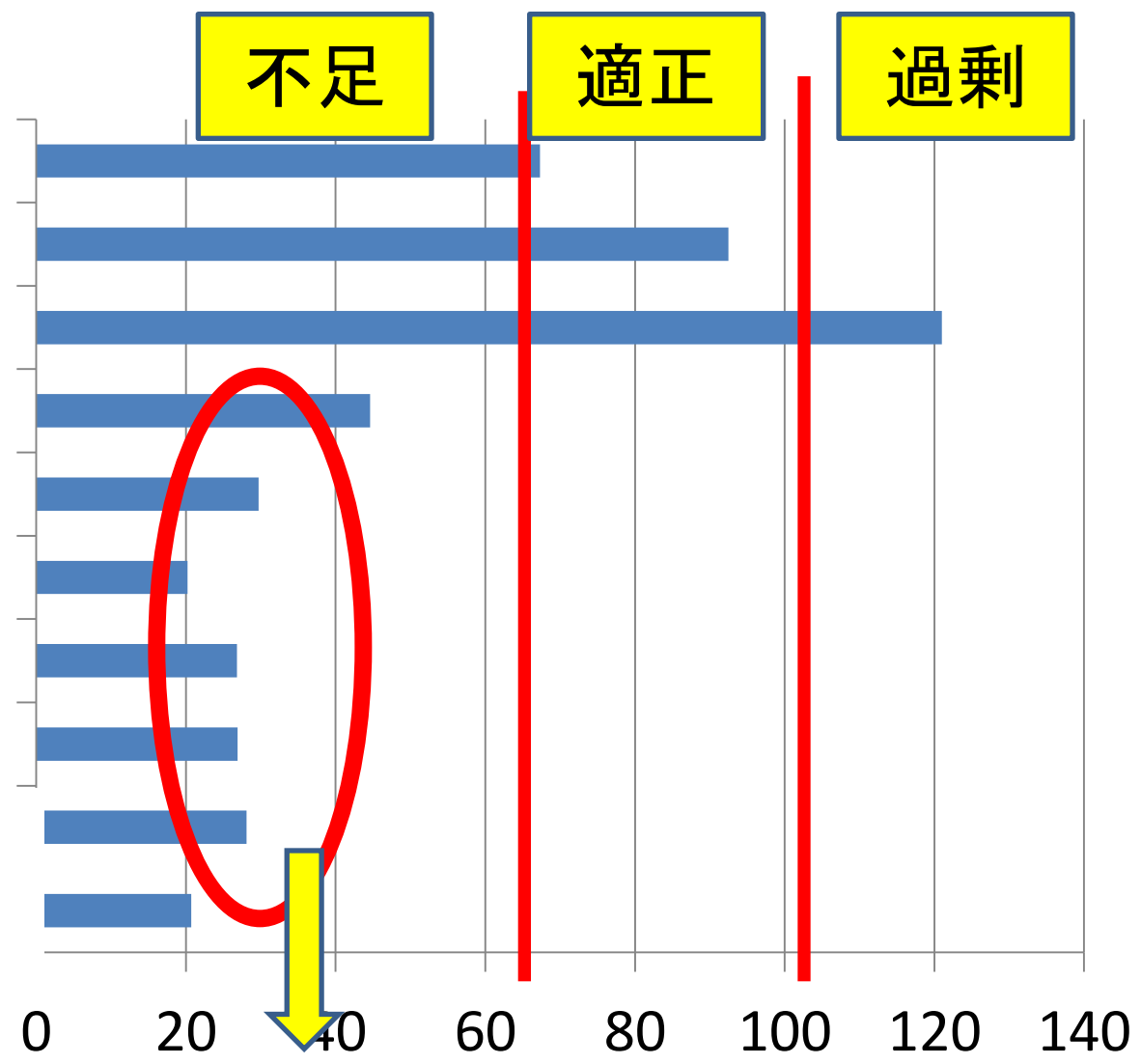
	窒素	リン酸	カリ	石灰	苦土
稲わら	0.5%	0.1%	2.0%	0.3%	0.1%
麦わら	0.4%	0.1%	1.0%	0.2%	0.1%
牛糞堆肥	2.2%	3.2%	3.7%	1.2%	0.7%
※以下は濃縮堆肥					
ハイフミン	0.6%	0.2%	0.5%	1.6%	0.6%



育苗培土改善によるリン酸吸収促進 (H24～25、飛騨農林事務所)

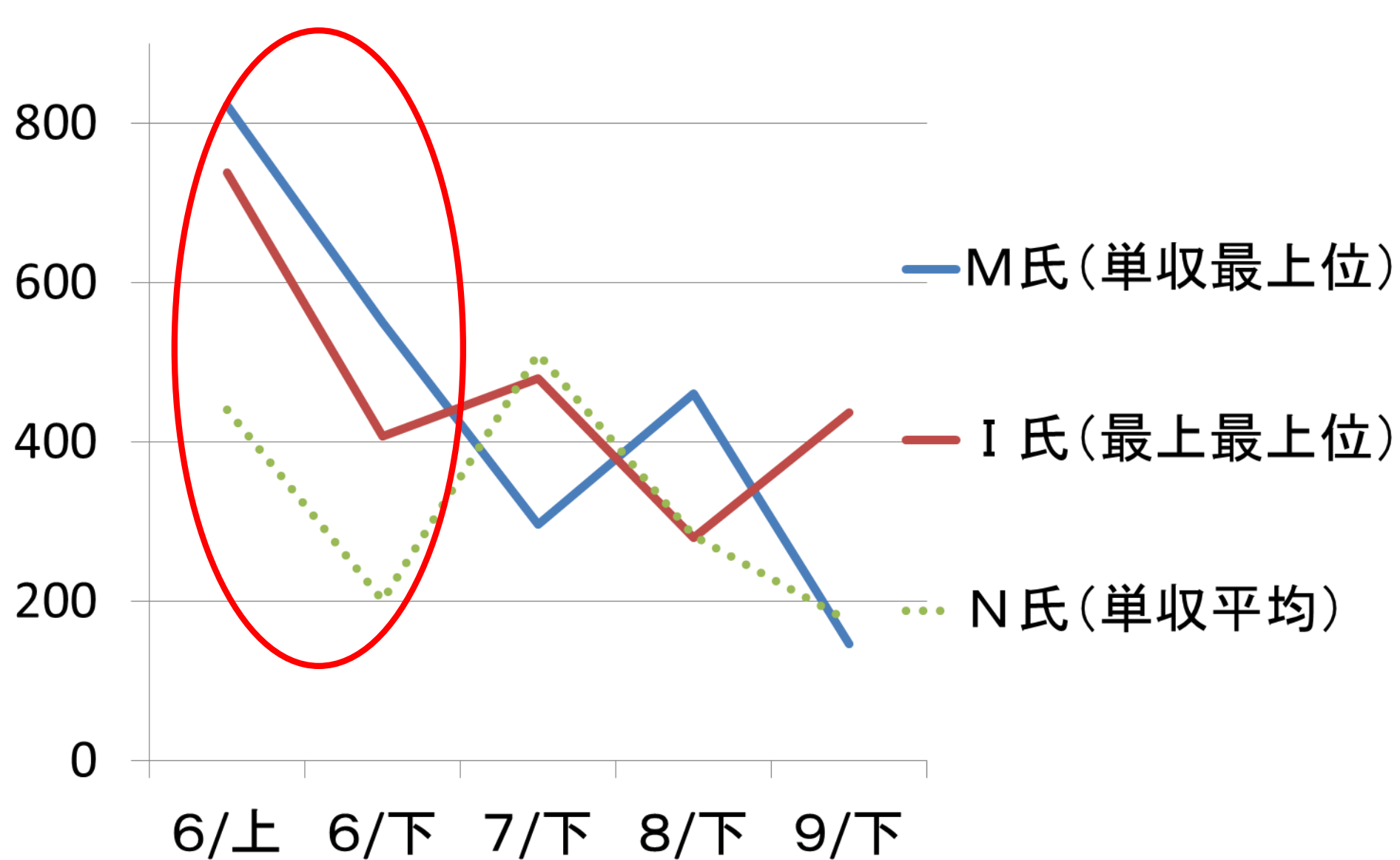
- リン酸は発根、開花等に関与し、トマトは育苗中のリン酸吸収量がその後の生育・収量に大きく影響するといわれる。
- JAひだと協力し、リン酸とトマトの生育について調査を行った。

単収上位A (自家床土)
 単収上位B (自家床土)
 単収平均C (自家床土)
 単収平均D (自家床土)
 単収平均E (自家床土)
 単収平均F (自家床土)
 単収平均G (自家床土)
 平均H (購入床土+施肥)
 購入床土 (W社)
 購入床土 S'社)

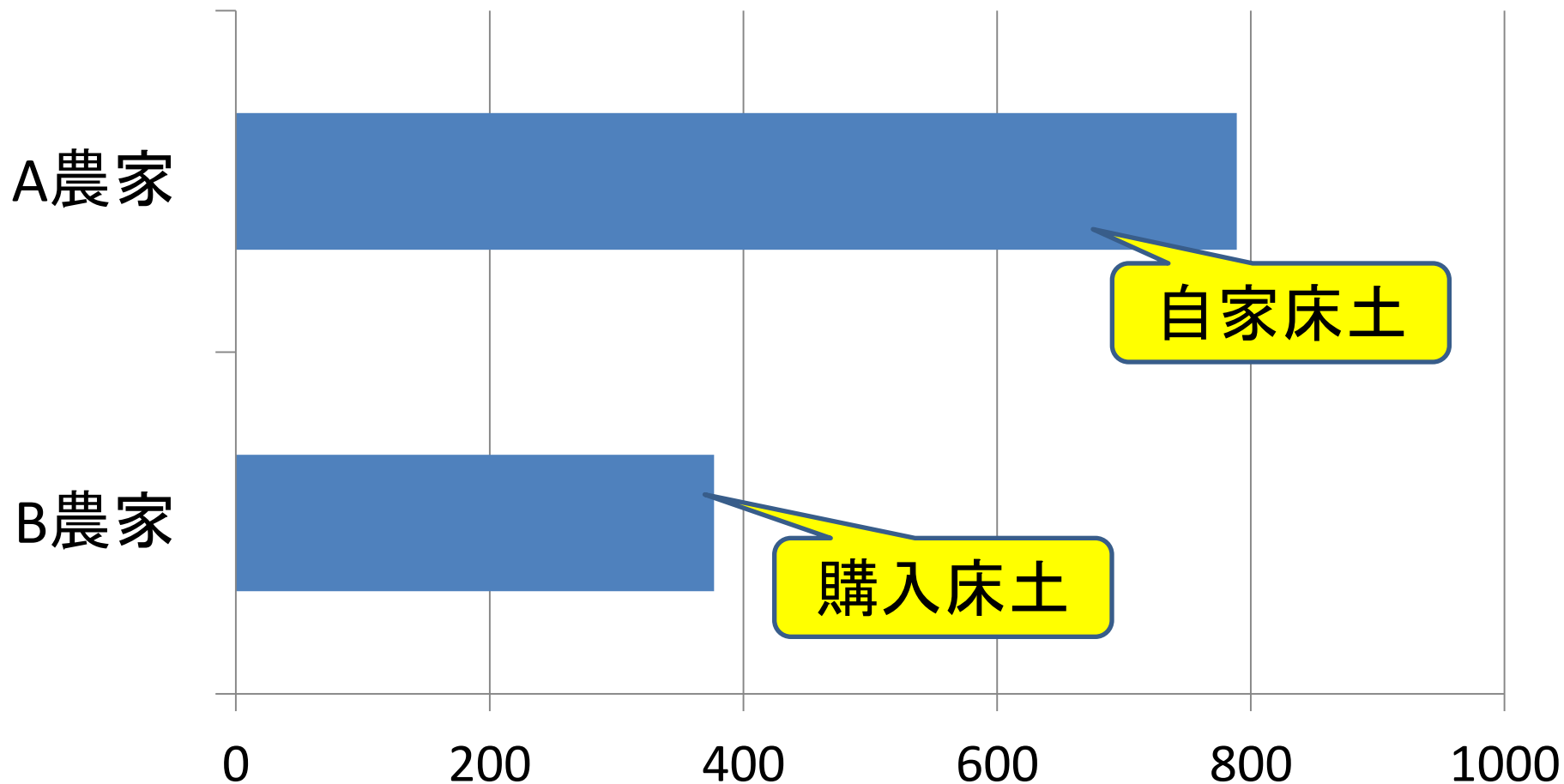


立米当たり過石3kg (12cm径の1ポット当たり3g) が必要

トマト部会員の育苗床土の有効態リン酸
 (mg/100g、H24/5、JAひだ)



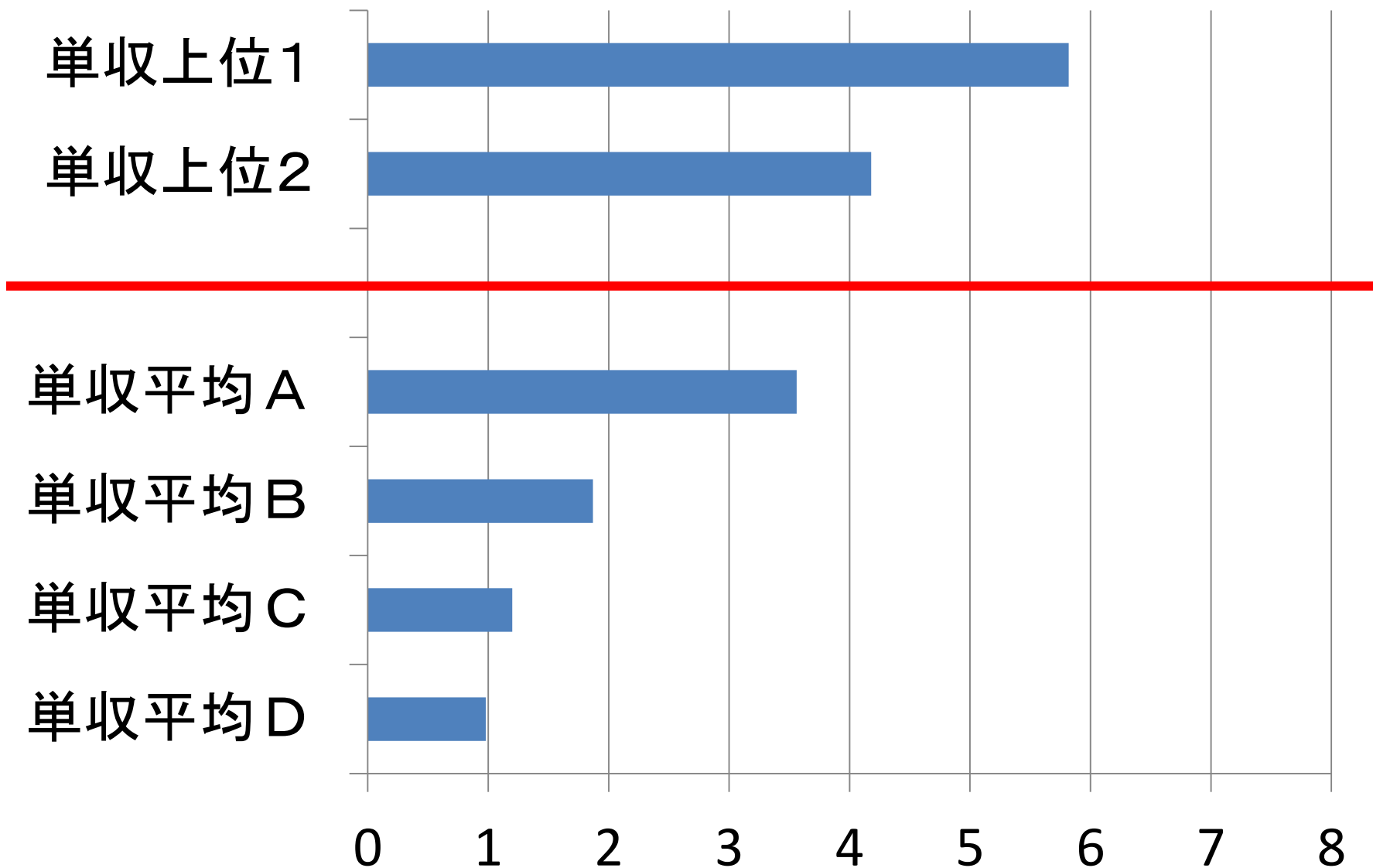
生産者比較(単収別)による
葉柄中リン酸イオン濃度ppm(H25)



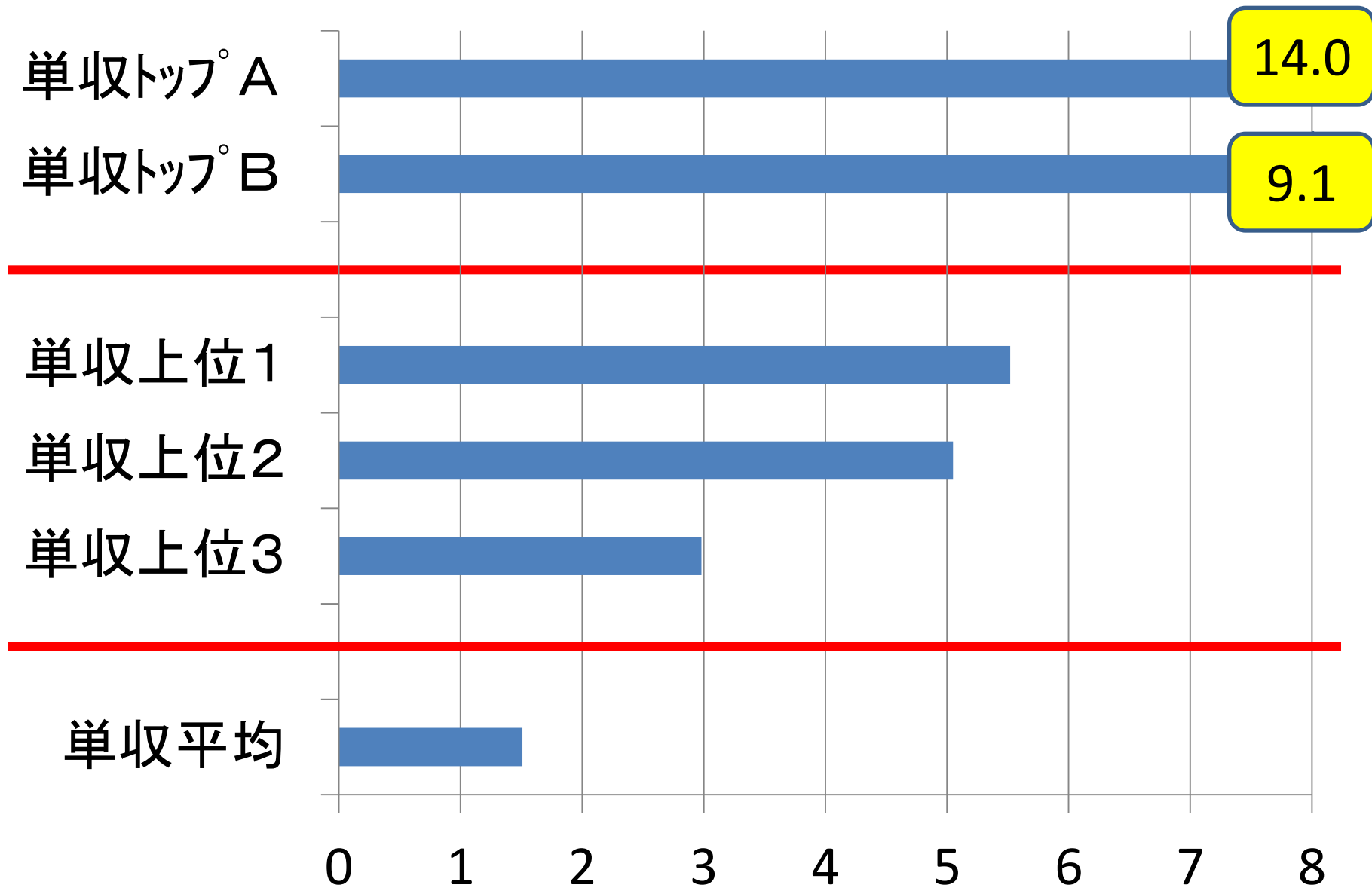
床土にリン酸不足の生産者が1ポット3gの過石を仮植後に土壌表面施用した場合の葉柄中リン酸イオン濃度ppm (H24/6)



過石施肥で定植後に濃緑の艶が確認(自家育苗)



自家育苗床土の腐植% (H25、飛騨地域Y地区、JAひだ)



自家育苗床土の腐植% (H25、飛騨地域T地区、JAひだ)

	施肥前	施肥後	差
A農家 (ポット土にハイフミン10%混用)	5.5	7.6	2.1
B農家 (ポット土にハイフミン10%混用)	2.7	5.1	2.4
B農家 (本ぽにハイフミン300kg/10a)	2.5	2.7	0.2

腐植質資材(商品名:ハイフミン特号)施用
による腐植(%)の変化(H25、JAひだ)

水

W社

S社

N社
※試験実証

1.8

2.0

5.4

購入育苗培土の腐植(%) (H25、JAひだ)
※腐植値測定抽出液0.5gを水5.5gで希釈後の状況

腐植を高めた培土



腐植を高めた培土

M氏・6月下旬



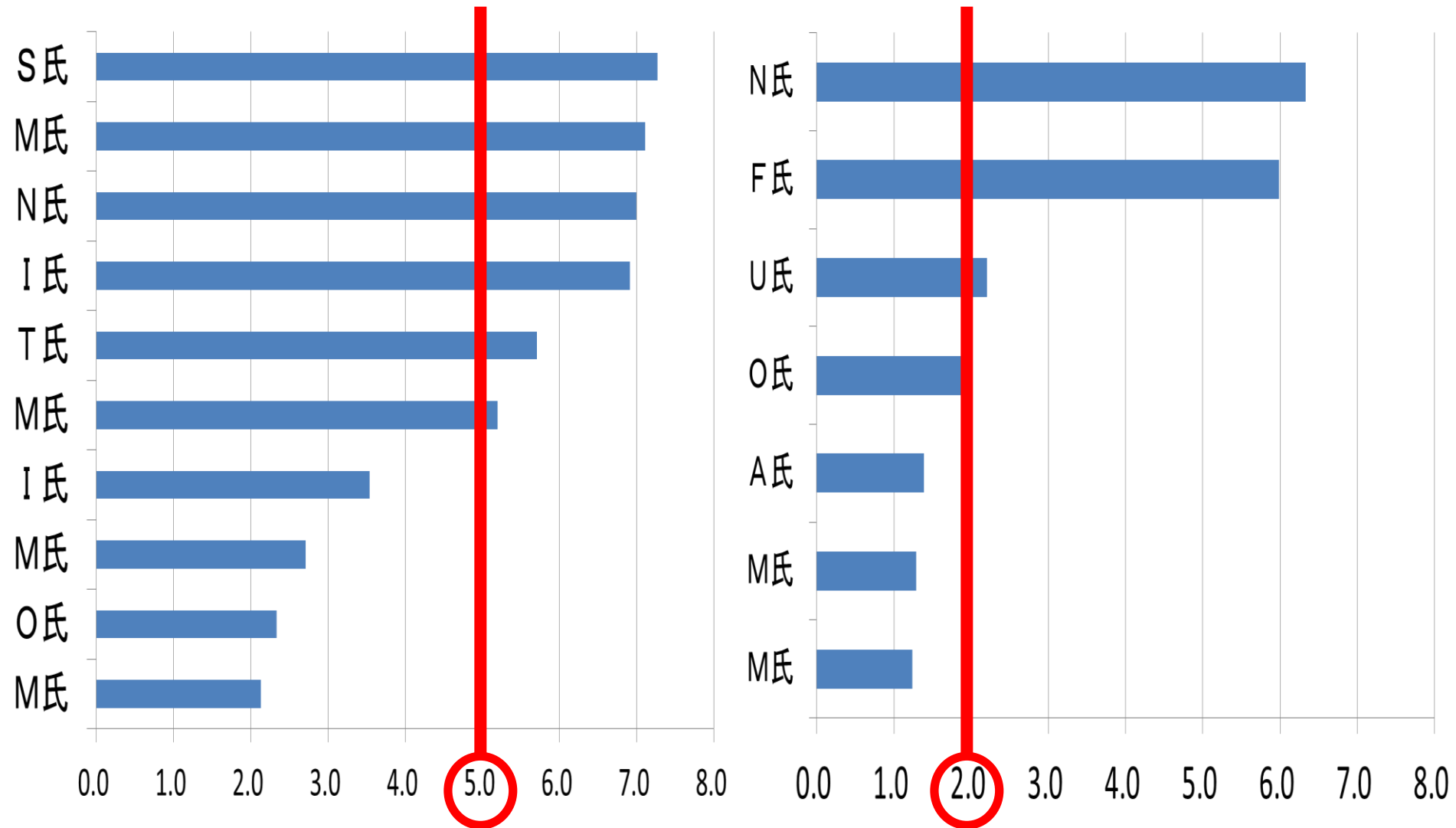
慣行

S氏・6月中旬

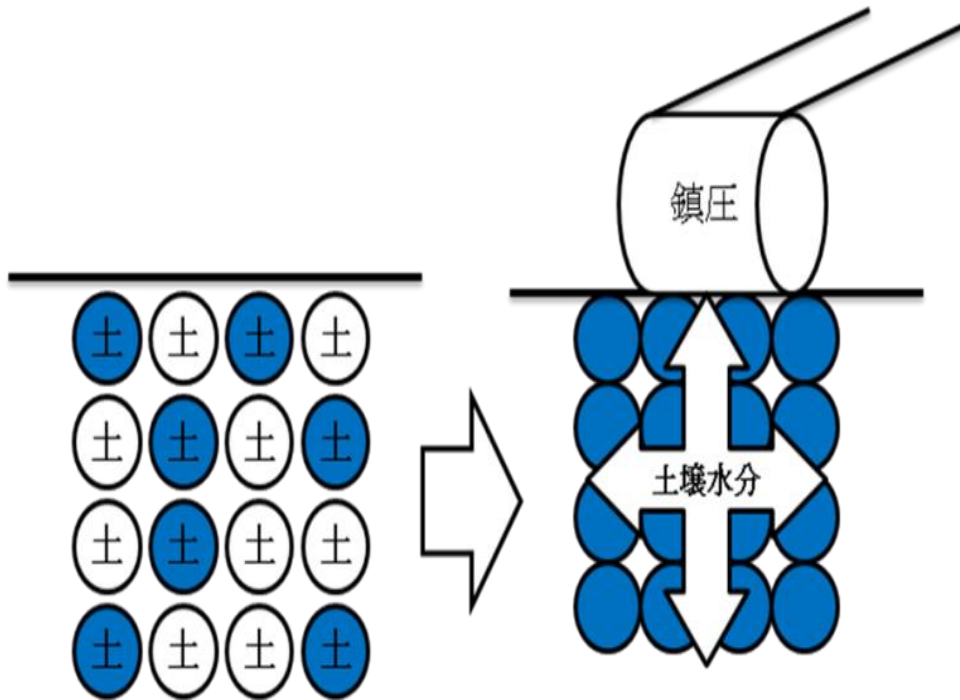


トマト栽培圃場の腐植% (JAひだ)

(左: 単収上位者、右: 平均的生産者)



土壌鎮圧 (H24、飛騨農林事務所)



<期待される効果>

- 土の粒子と粒子の隙間を狭めることで、水分を均一に拡げ、乾燥を防ぎ、初期の根張りを改善する。

<注意点>

- 排水の悪い圃場(水持ちが良い圃場)では土をしめてしまうので行わない。

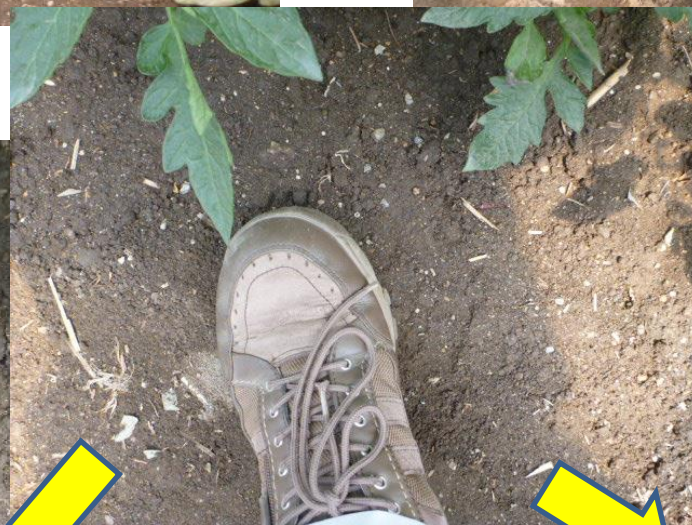
方法

- ①畝立後、ローラーなどで、畝面を鎮圧。
- ②肥料散布・耕起の後に、運搬車等で地面を鎮圧(育苗床を作るイメージ)。その後、畝立て。

定植1ヶ月後



鎮圧区

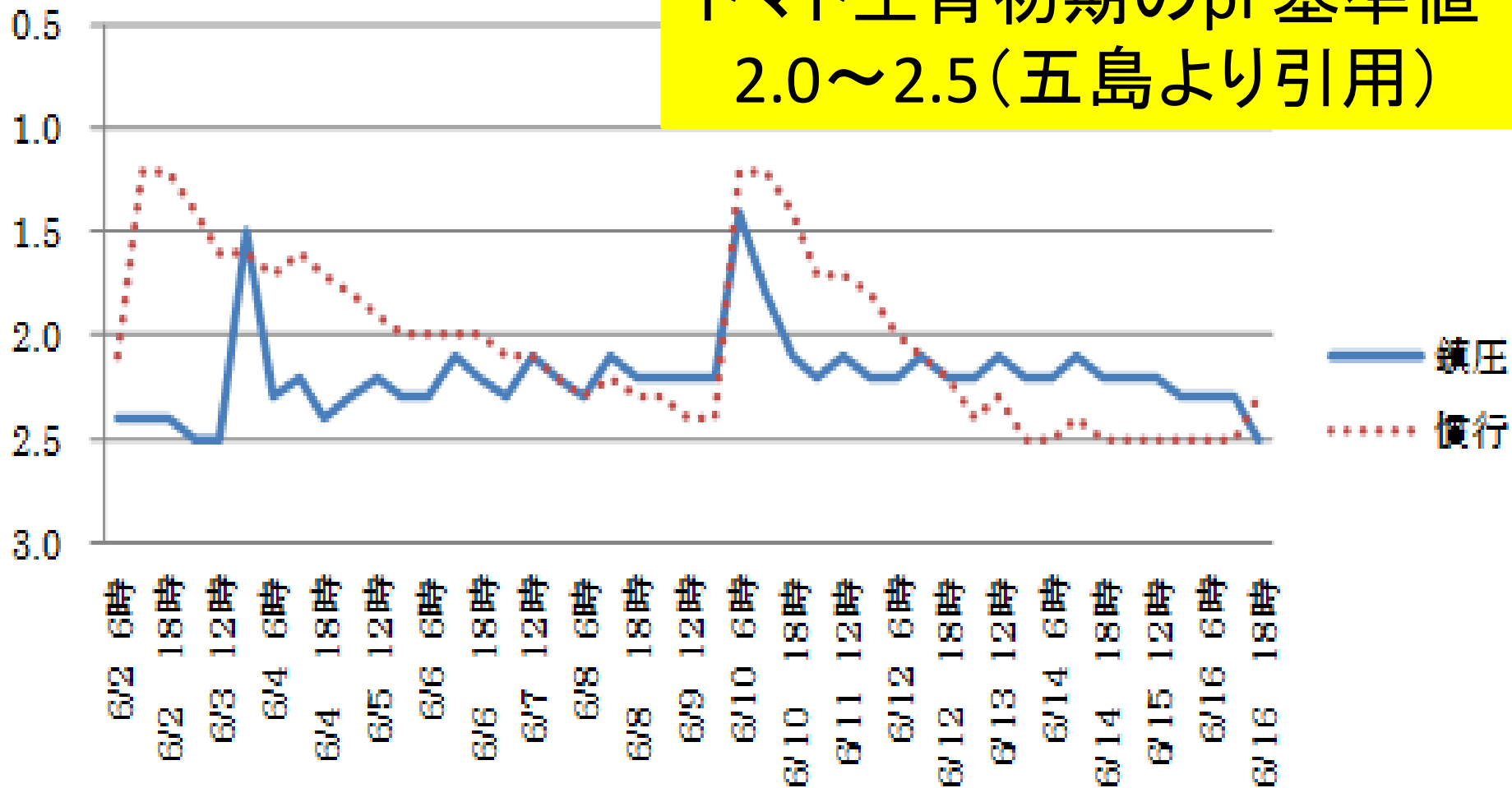


慣行区



土壤水分(pF値、6/2~6/16)

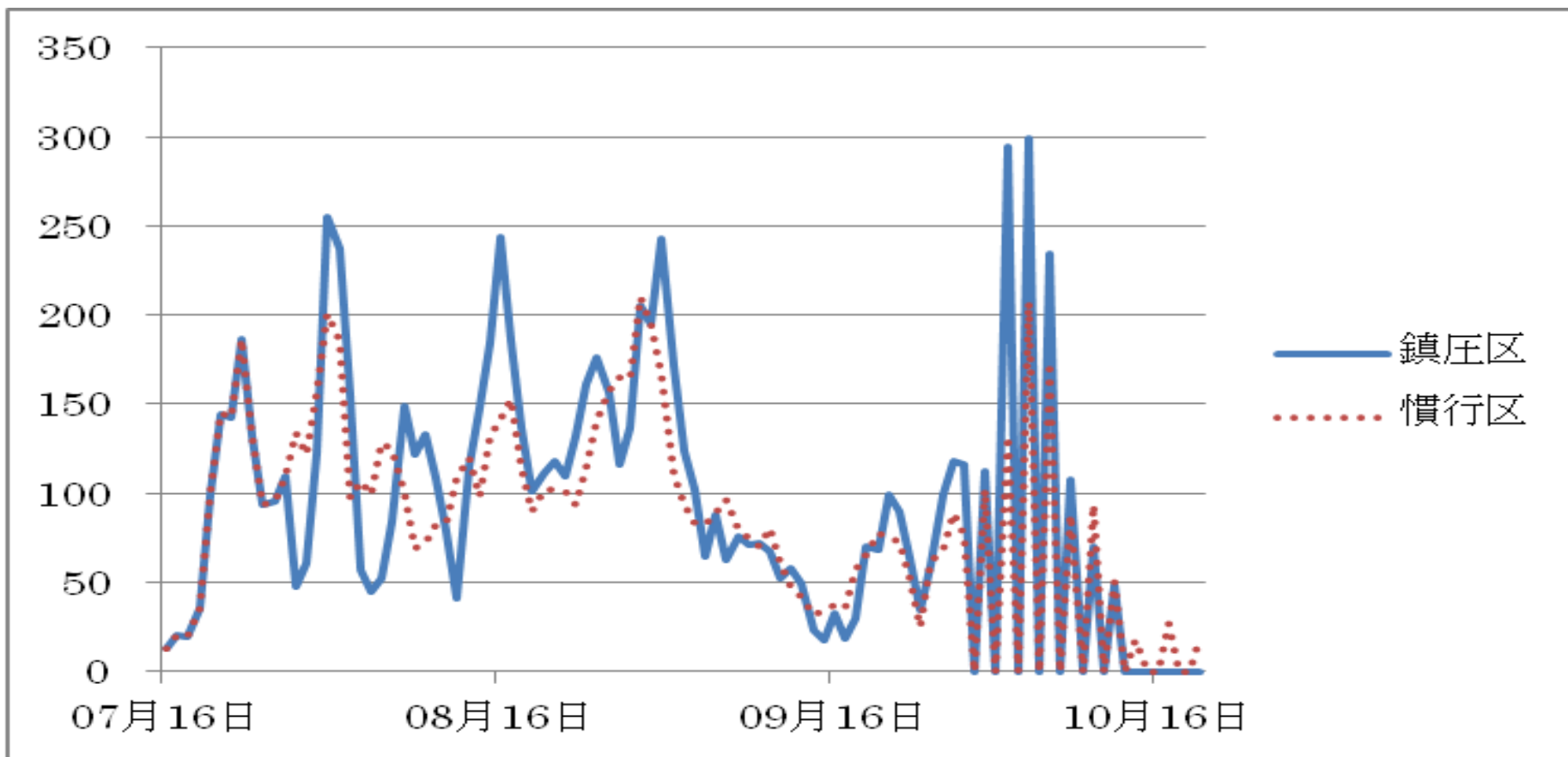
トマト生育初期のpF基準値
2.0~2.5(五島より引用)



・定植後2週間は、手灌水日を除き、慣行区は日ごとに土壤水分が乾く傾向。土壤鎮圧区は水分が安定。

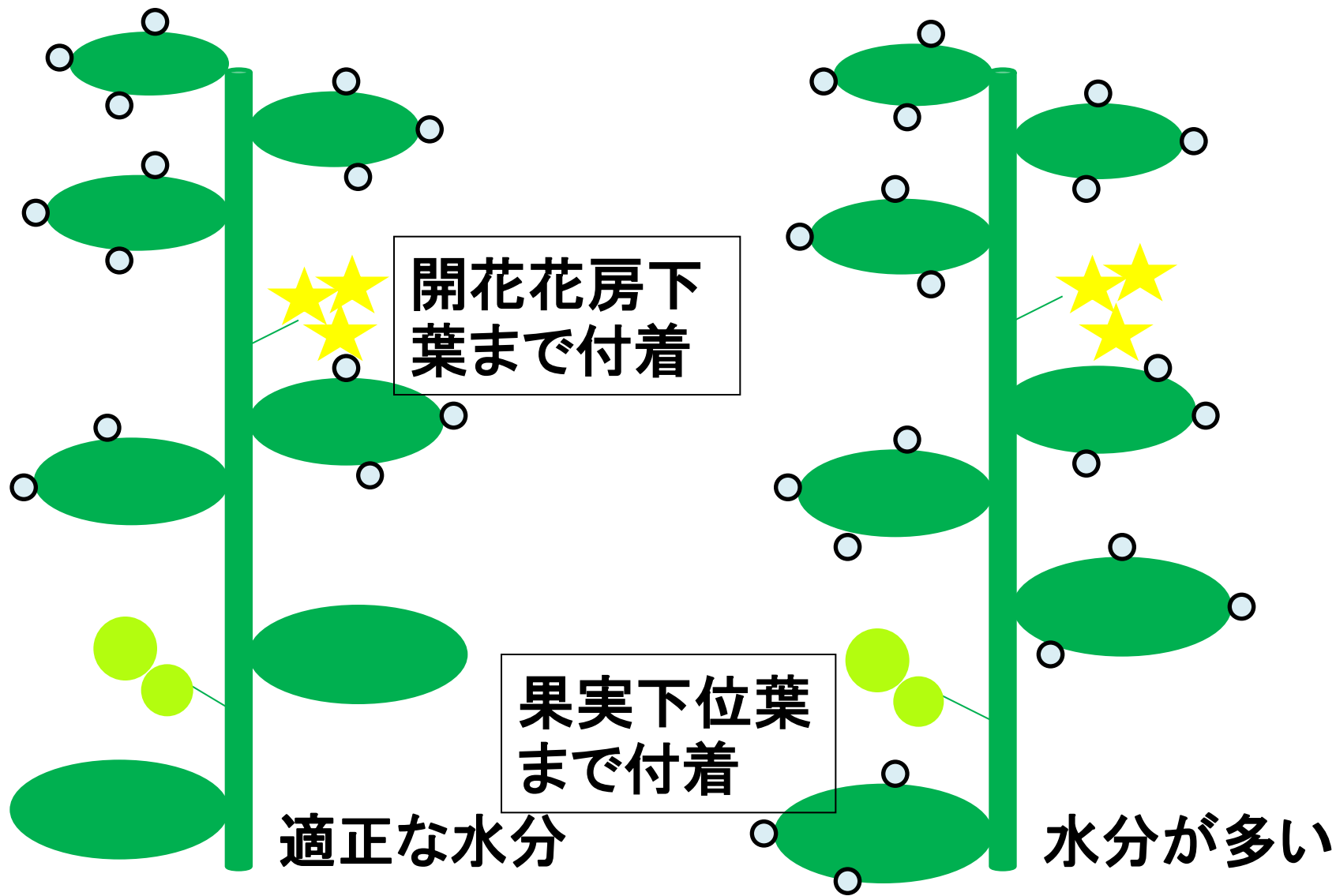
日別出荷量(kg/10a)

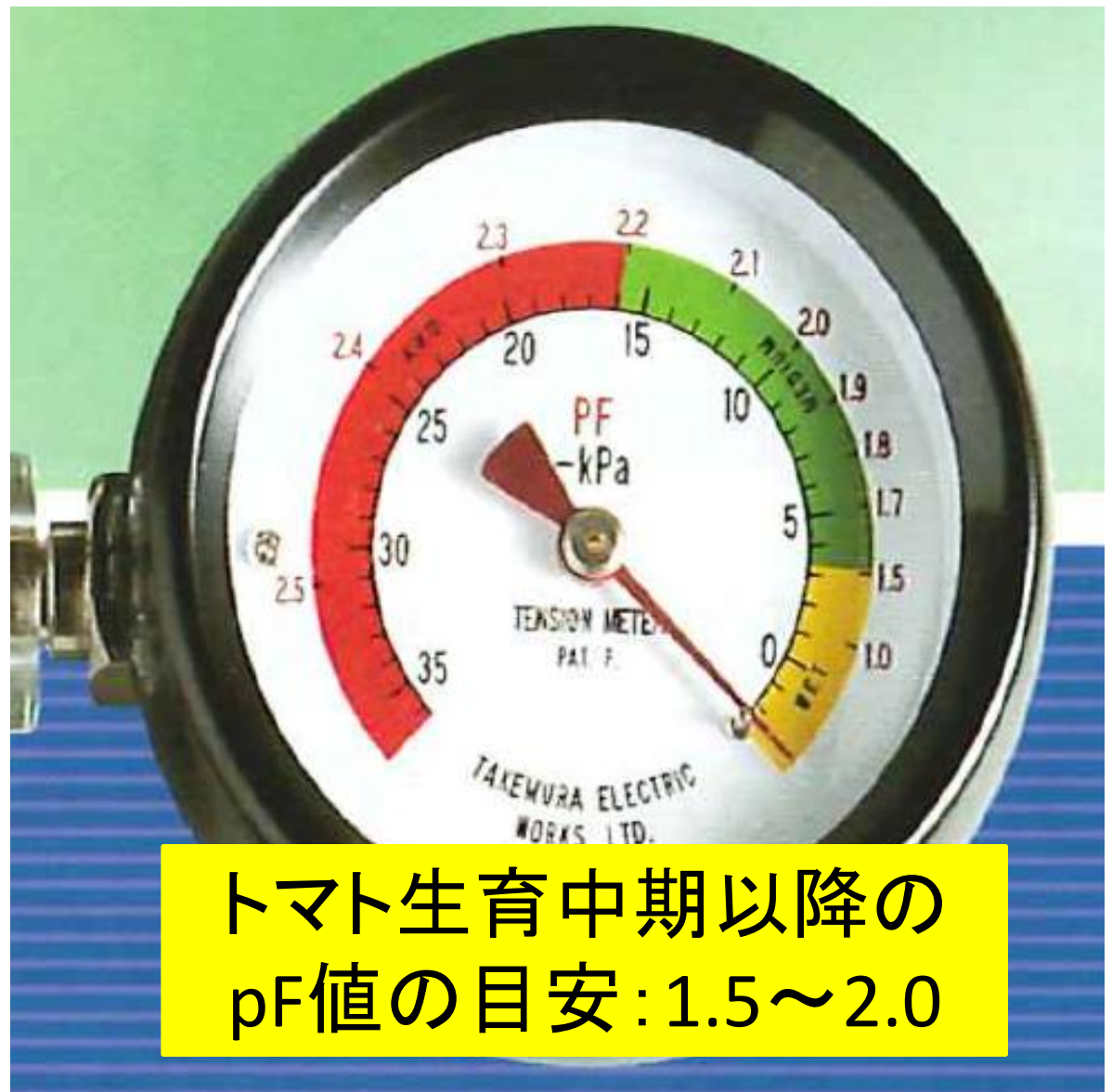
(※9月29日以降は毎日出荷ではない)



累計 鎮圧区9.0t/10a (慣行8.3t/10a)

早朝の葉露による水分診断



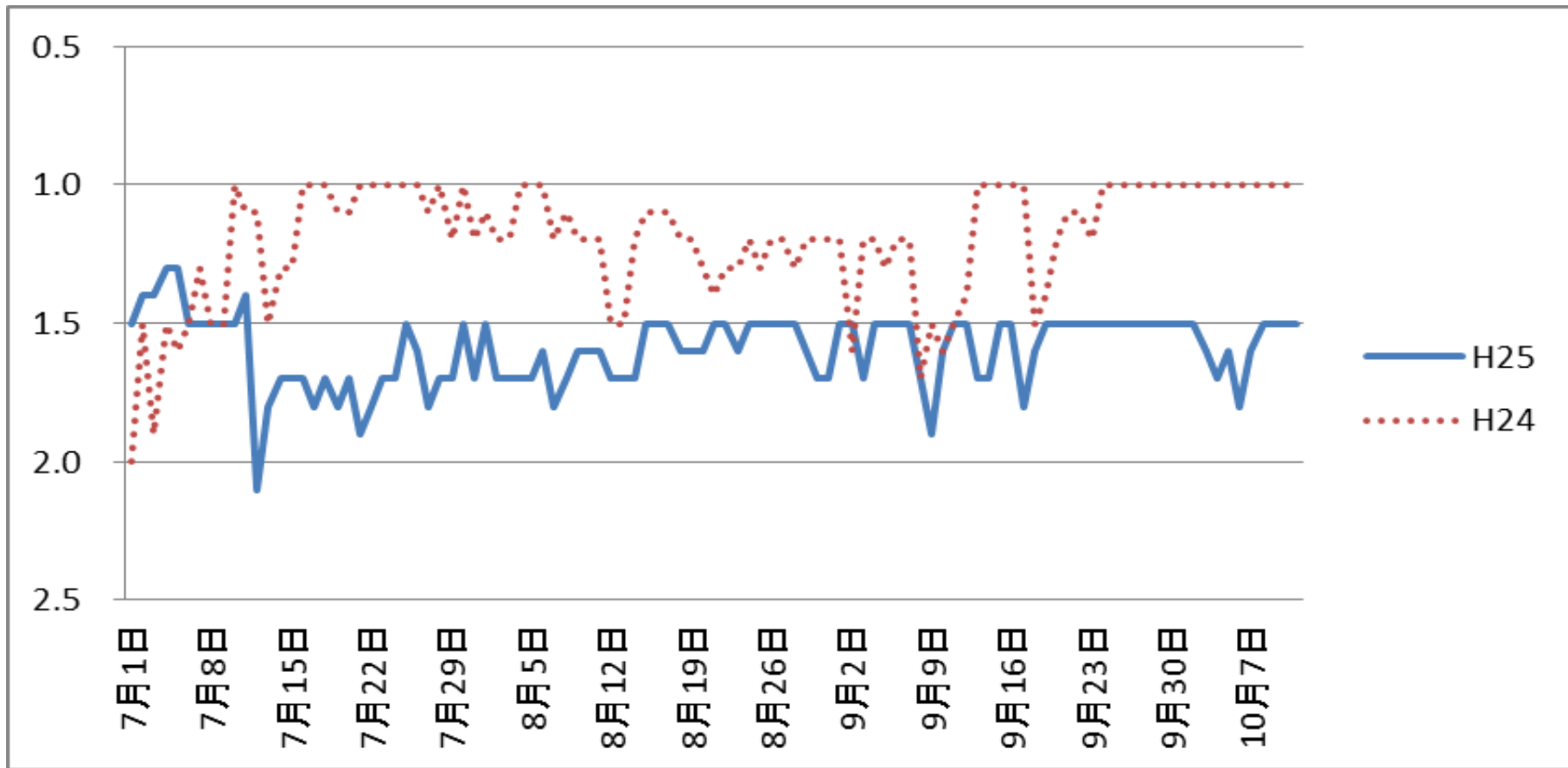


pFメーター

(株)大起理化工業、竹村電機製作所HPより

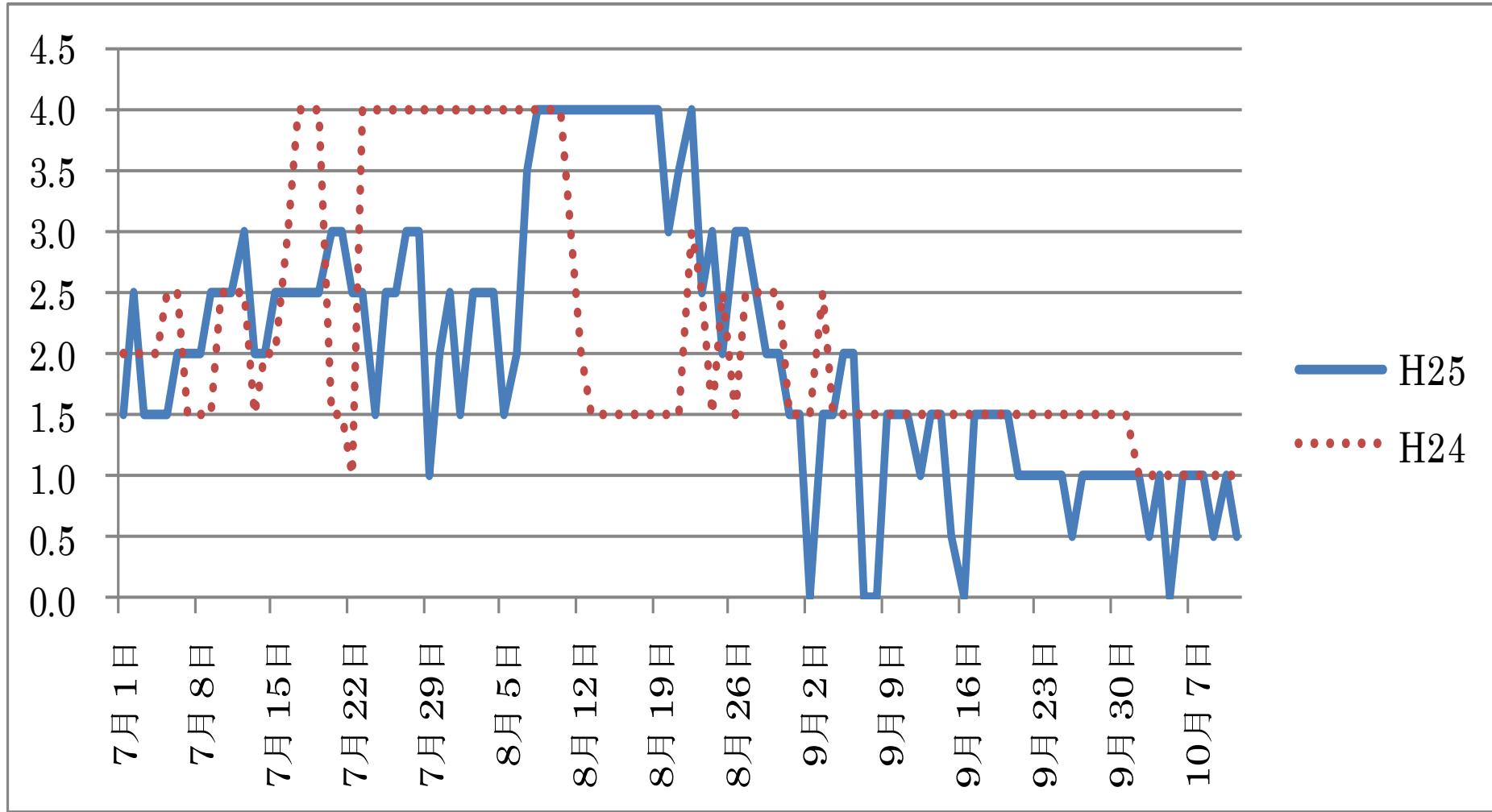
pFメーターによる灌水実証

(H24~25, 飛騨農林事務所)



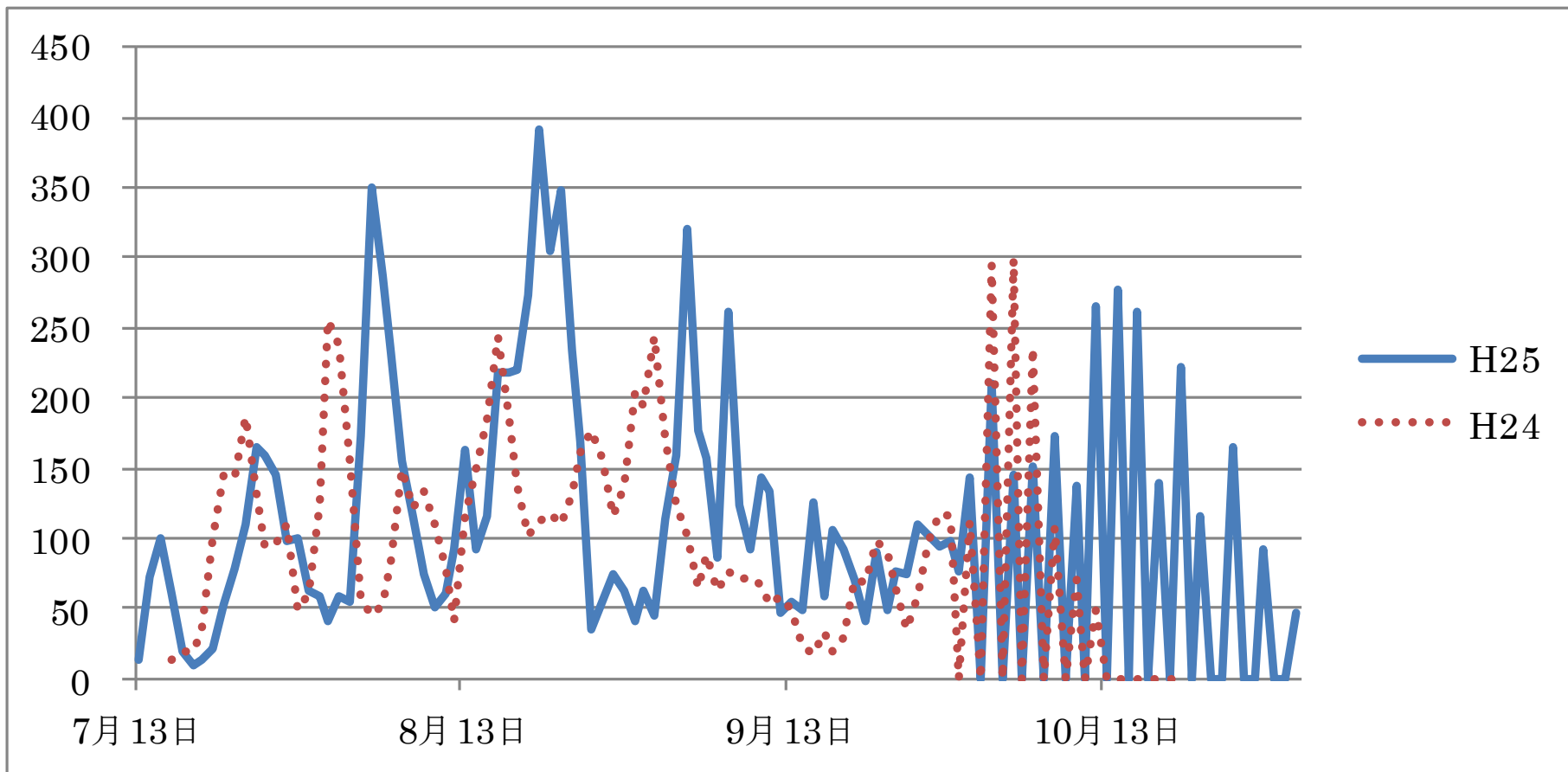
pF値※測定時間はH24:6時、H25:8時

pFメーターによる灌水管理を行った結果、平成24年のpF値(生育中期以降)は1.0~1.5の過湿傾向だったが、25年はおおむね1.5~2.0の適正值をしめした。



灌水量(単位:リットル/1株/日)

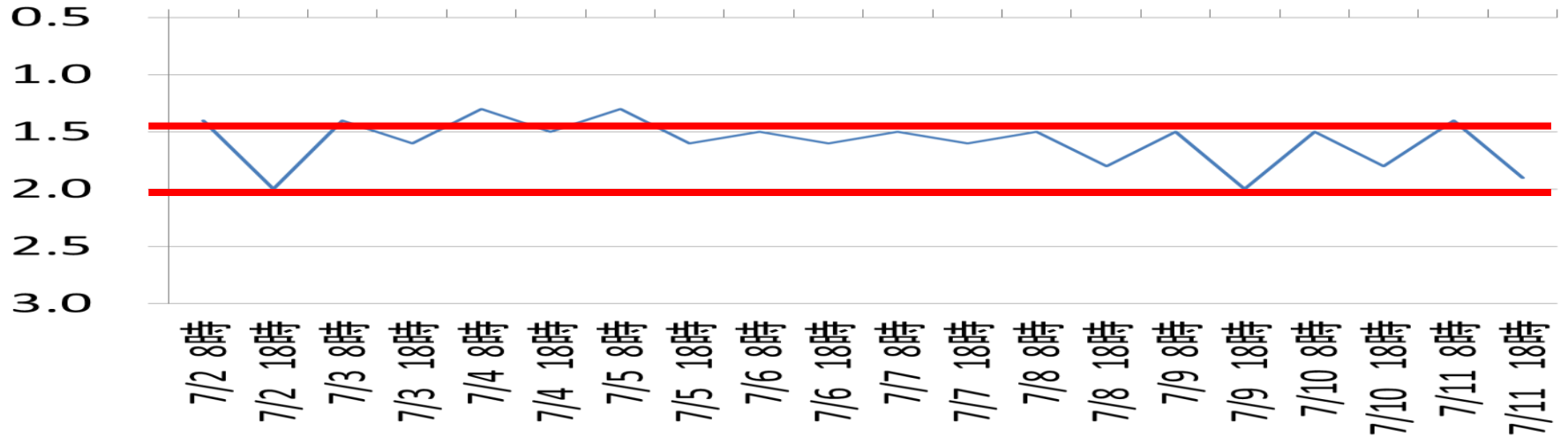
今年のpFメーターによる灌水管理では、日による灌水のきめ細かさが目立った。一方、昨年の栽培暦に基づく灌水を行った場合は、日による変動が少なく、一定の割合が多く、また灌水のない日は1日もない状況であった。



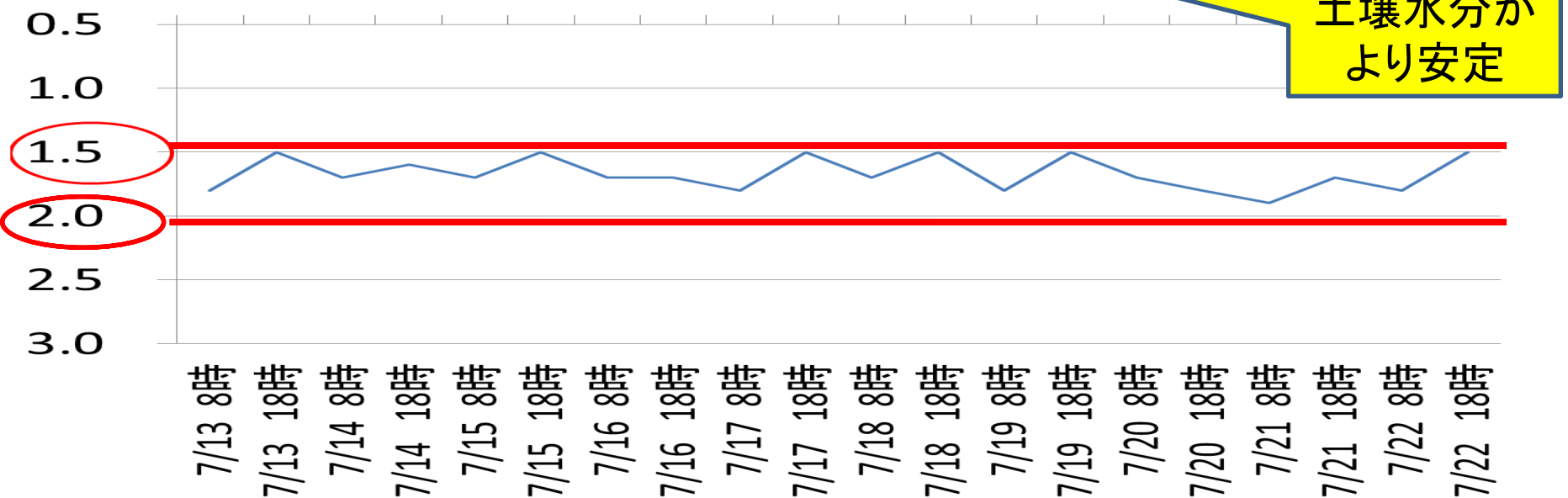
日別出荷量(kg/10a) ※9月29日以降は毎日出荷ではない

平成25年収量10aあたり11.9t/(平成24年9.0t)。
 pFメーターによる灌水管理を行った結果、昨年よりも32%
 の増収。

pF値 (H25/7/2~11、朝灌水)



pF値 (H25/7/13~22、11時灌水)



実証生産者(K氏)以外のpFメーカー 新規(H25)購入者の単収事例

生産者名		H25	H24	増減
N氏		10.1t	6.8t	+3.3t
Y氏		11.2t	10.3t	+0.9t
M氏		9.0t	7.6t	+1.4t
参考	飛騨地域Y地区平均 (57名)	7.4t	7.5t	-0.1t
	飛騨地域T地区平均 (30名)	7.8t	8.5t	-0.7t

翌26年度に新規購入予定者は飛騨地域Y・T地区計
で+44名に(平成26年1月末現在)

pFメーター取扱いの注意点

失敗例	管理のポイント
<ul style="list-style-type: none">・管部の水には水道水をそのまま使用した(本来の値より低い値を示す)。	<ul style="list-style-type: none">・煮沸して空気を抜いた水を冷却して使用する。
<ul style="list-style-type: none">・1本のメーターで数ヶ所の圃場を測定したいので土へ挿入後、すぐに測定して灌水を判断した。	<ul style="list-style-type: none">・数値が安定するまで、設置後1時間以上経ってから測定する。そのため、圃場での移動は避ける。
<ul style="list-style-type: none">・農薬散布で直接、pFメーターに農薬が付着してしまった。	<ul style="list-style-type: none">・付属の防水用ビニールカバーをつける(表示部のメーターは防水設計でない)
<ul style="list-style-type: none">・測定値が安定しない。	<ul style="list-style-type: none">・ポーラスカップと土壌は密着させる。・ポーラスカップは、通年使用で1年半～2年を目安に交換するのが望ましい(目つまり、細かいひび)。
<ul style="list-style-type: none">・無理に挿入し、石に接触し、先がわれてしまった。	<ul style="list-style-type: none">・あらかじめ支柱などで穴をあける。
<ul style="list-style-type: none">・管部の水が無くなった状態で使用し続けて故障。	<ul style="list-style-type: none">・圃場が過乾燥の場合は頻繁な追加水が必要。
<ul style="list-style-type: none">・栽培終了後、そのまま保管して故障。	<ul style="list-style-type: none">・洗浄し、購入時の状態に分解して保管する。



近年のゲリラ豪雨の影響もあり、湿害が増加（飛騨地域）





土壌物理性調査

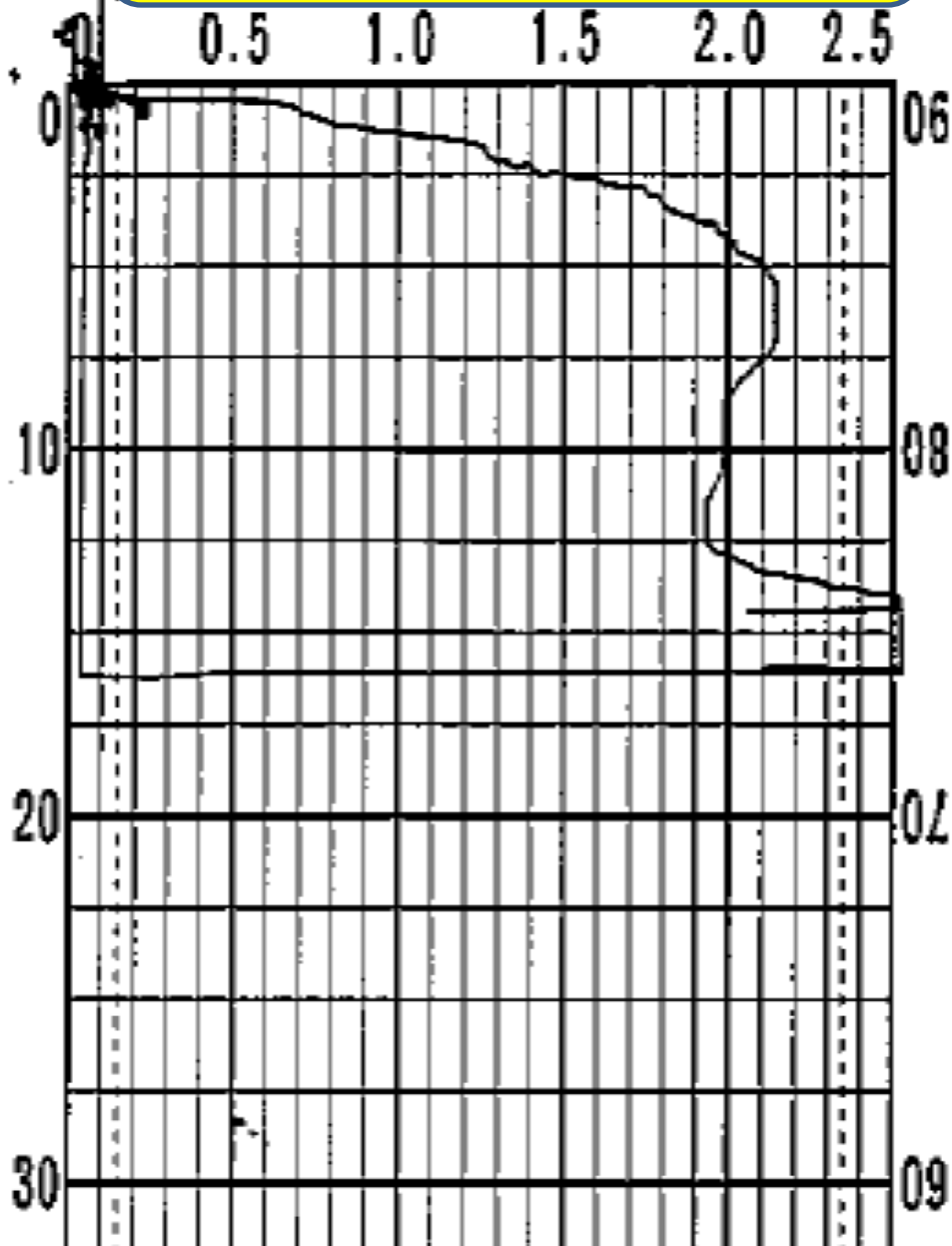
(飛騨農林事務所・JAひだ・肥料メーカー、26ほ場、10/29～30)



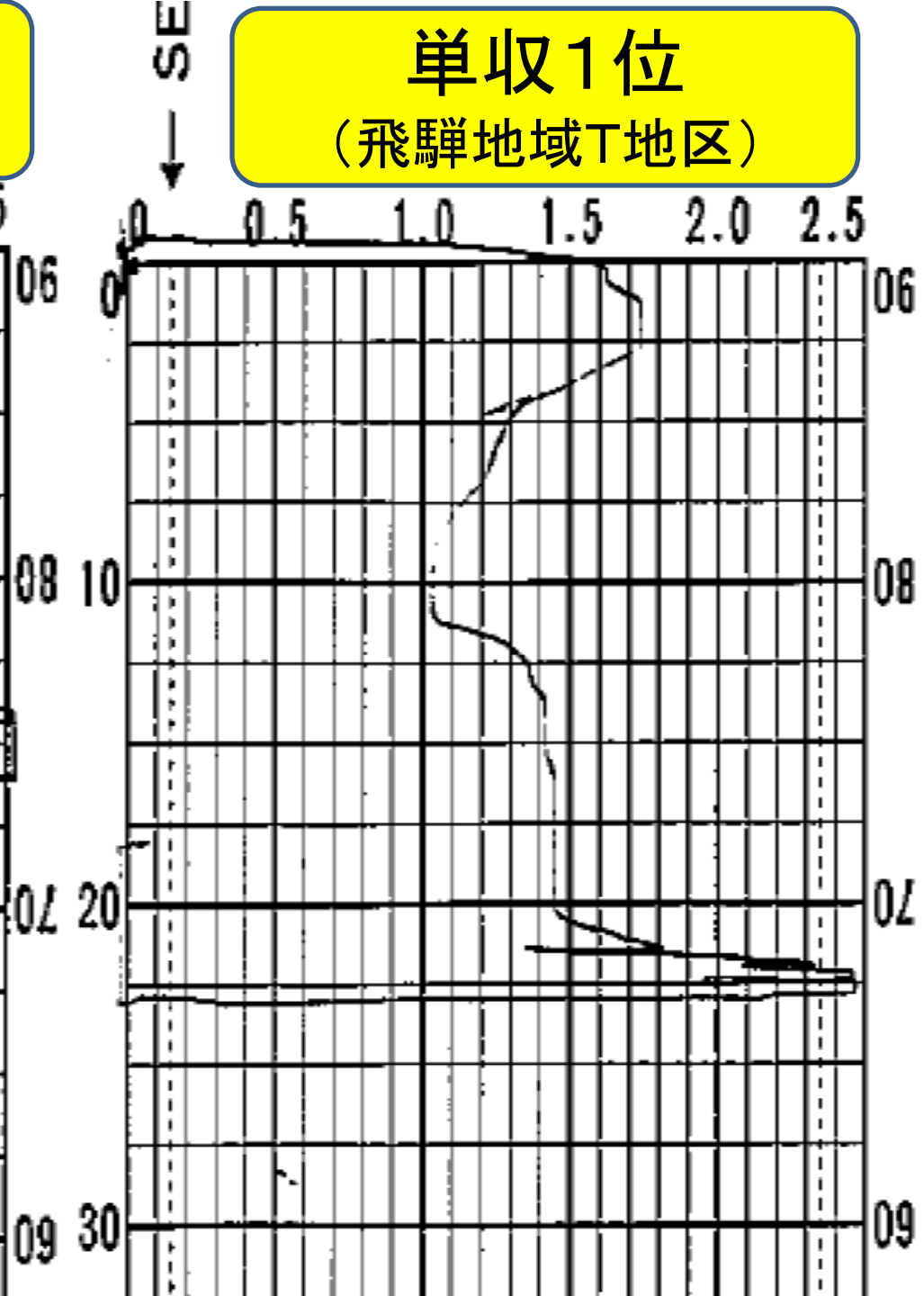


貫入式土壌硬度計で測定(畝間、飛騨農林事務所)

平均単収者の事例
(飛騨地域T地区)



単収1位
(飛騨地域T地区)



単収1位の生産者の特徴

	生土水分	最大容水量		三相分布 (v/v)				比重	
				固相	気相	液相	全孔隙率	仮比重	真比重
	(%)	g/100ml 現物	g/100g 乾土	%	%	%	%		
単収1位	38	69	119	27	38	35	73	0.93	2.2
平均	25	58	66	38	31	31	62	1.24	2.5

分析機関: (株)日本肥糧

1位

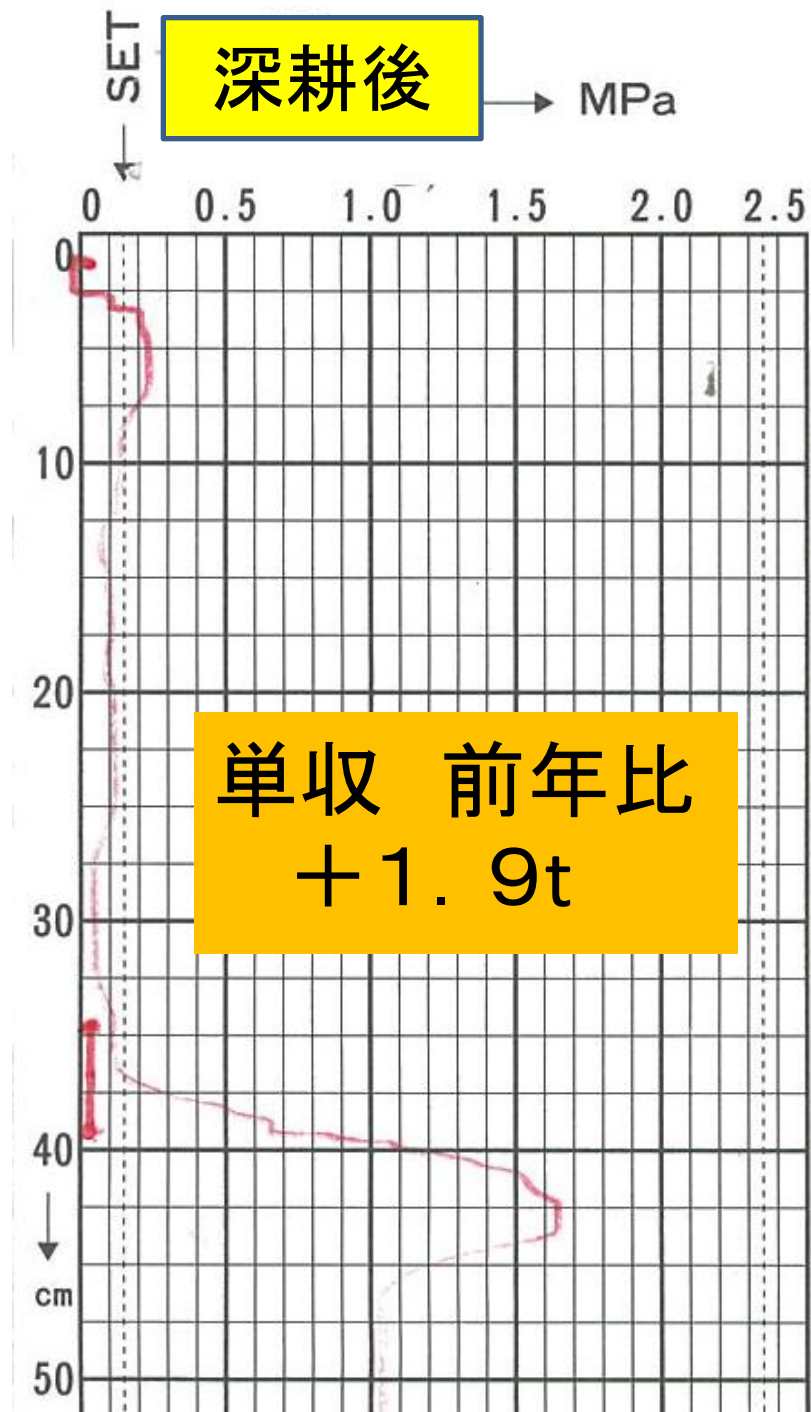
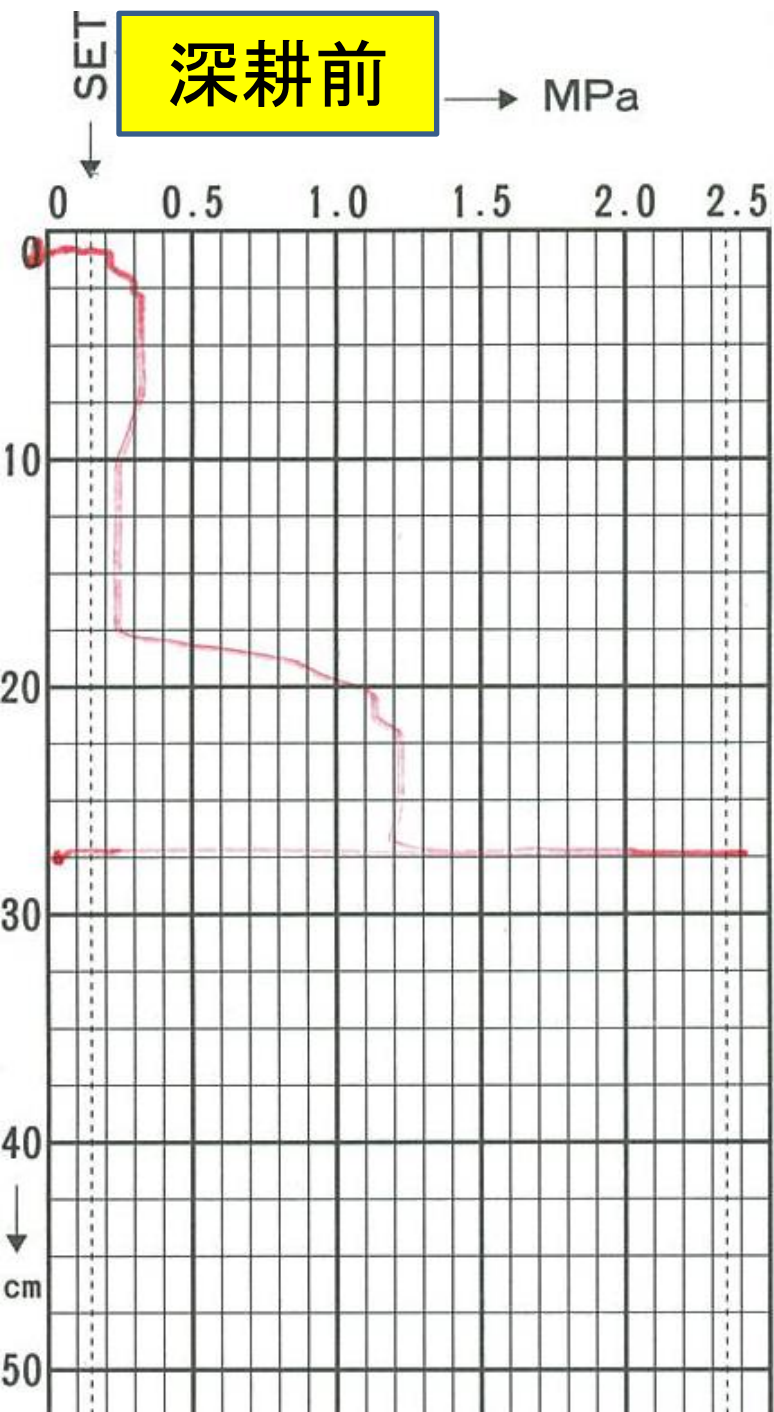
1位

1.0以下
は1人のみ

単収1位の生産者
(10月下旬)







土壌化学性(H25、JAひだ)

	有効態リン酸含量 mg/100g	飽和度(%)			
		石灰	苦度	カリ	塩基
深耕前	103	84	13	5	102
深耕後	94	53	17	5	75

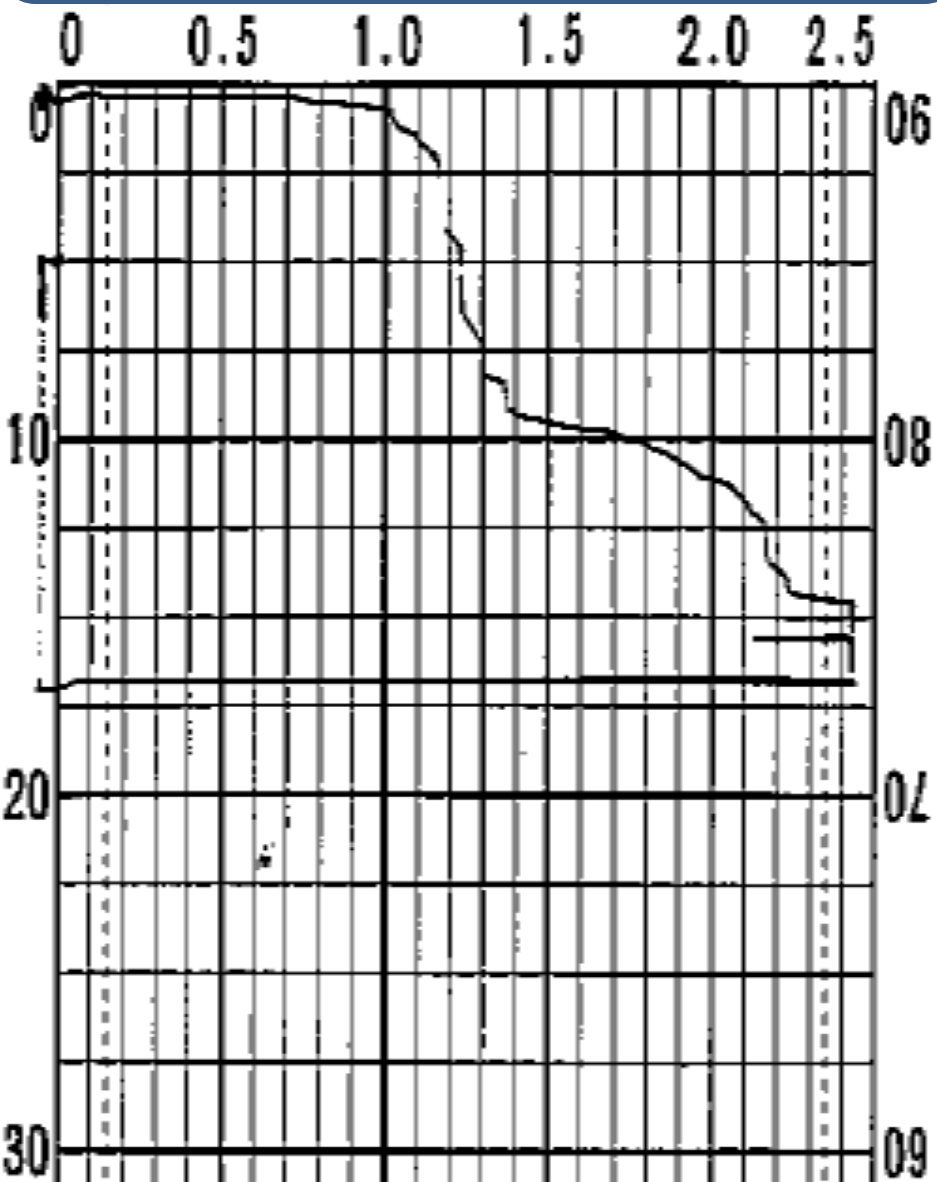
湿害軽減だけでなく圃場の乾湿が均一に。

トマト作付に影響しない農閑(降雪)期のライ麦輪作体系を実証

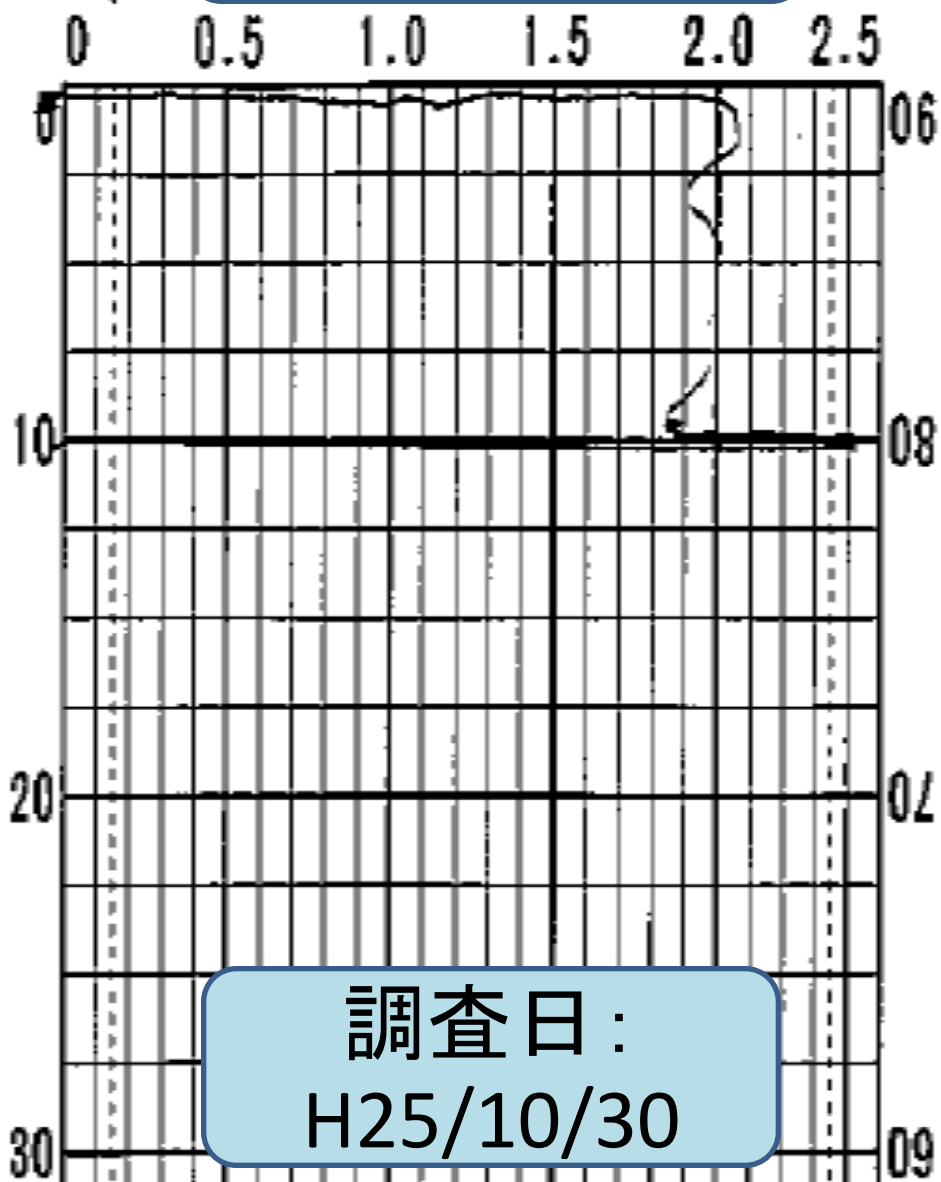


ライ麦あり

(平成25年3月は種 → 5月すきこみ)



ライ麦なし



調査日:

H25/10/30

ライ麦の効果（春まき）

	生土水分	最大容水量		三相分布 (v/v)				比重	
				固相	気相	液相	全孔隙率	仮比重	真比重
	(%)	g/100ml 現物	g/100g 乾土	%	%	%	%		
ライ麦	27	64	72	36	30	34	64	1.2	2.5
慣行	29	59	62	38	22	40	62	1.4	2.5

分析機関: (株)日本肥糧

UP

UP

down



ライ麦実証 半身萎凋病が土壌消毒 (ダゾメット剤)実証 と同等に激減

＜実証生産者の意見＞

- 緑肥を栽培した圃場の畝間を歩くと、非常にやわらかく、実感できる。
- 経費が土壌消毒と全く違う（種子代5kg/10aで、数千円ですむ）。
- 来年度は、土壌消毒はやらず全圃場を緑肥栽培でいきたい。

ライ麦で土壌改良

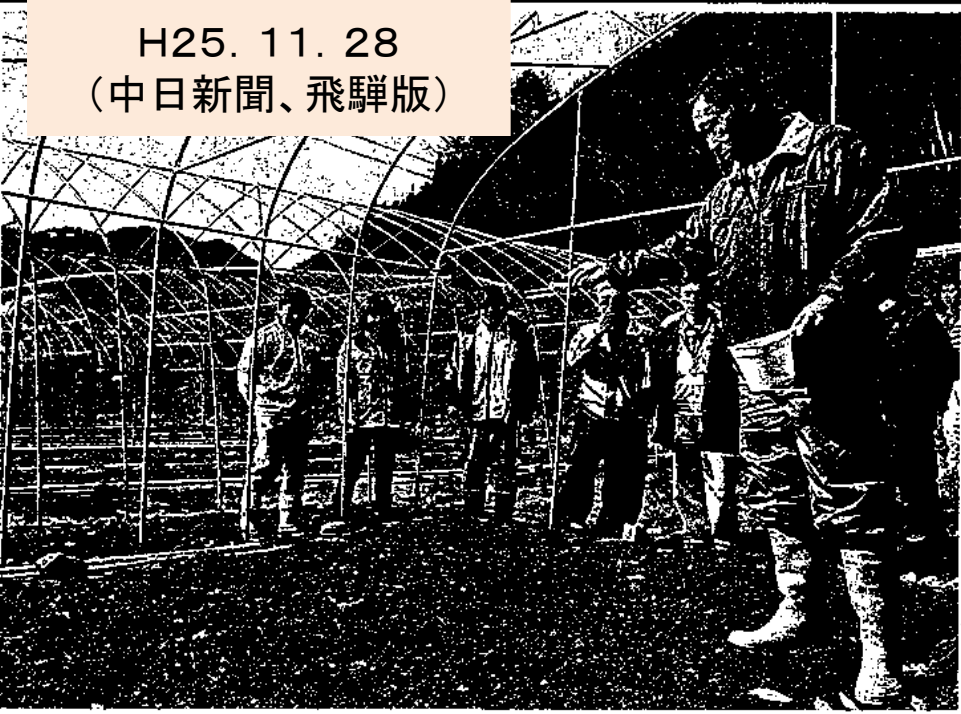
農林事務所普及目指す

県飛驒農林事務所（高山市）とJ Aひだ

吉城営農センター（飛驒市）は、冬の畑の土壌を活性化させ、野菜の連作障害を防ぎ収量増加につなげるため、冬場のライ麦作付けの土壌に改良し、夏場の

普及を目指している。東北地方などで見られる手法だが、飛驒地域ではほとんど採り入れられていない。寒さに強いライ麦が根を張る作用を使って軟らかい

野菜栽培に生かす試み。飛驒地域は降雪で冬に作物を栽培することが難しいが、年間通して植えることで土壌を活性化させる。同じ作物を植え続けることによる連作障害を防ぐのにも有効だという。



H25. 11. 28
(中日新聞、飛驒版)

土壌改良に向けてライ麦の種をまき、青い芽が出始めたトマト農家の畑＝飛驒市古川町で

飛驒市神岡町、高山市上宝町の二軒の農家のトマト畑で本年度、十坪当たり五キほどのライ麦の種をまいて試したところ、他の場所よりトマトの集荷期間が延び収量も増えたという。農林事務所や肥料メーカーなどが土壌の硬度を調べると、ライ麦をまいた場所は測定値が伸び、根が張りやすい土壌になっていることを裏付けた。

農林事務所などは、降雪前のこの時期に種

をまくことを勧める。雪が降ればライ麦の生育は止まり、春に刈り取って土にすき込む。営農指導員の前田貴広さん(三)は「長期で取り組めば理想的な土作りができる。安価で種をまくだけなので農家にも負担は少ない」と話す。問い合わせは営農センター＝電0577(73)2400＝へ。(島将之)

ライ麦播種面積

24.4ha(H28)

※全作付面積の20%

県内産地で課題となる土壌病害虫

	菌の種類	菌の存在する 土壌深度	冬春トマト (平坦地、 西濃地域)	夏秋トマト (高冷地、 飛騨地域)
青枯病	細菌	深層にも存在	○	○
かいよう病			○	○
萎凋病	糸状 菌		○	—
半身萎凋病			—	○
褐色根腐病		比較的浅い層	—	○
ネコブセンチュウ	—		○	—

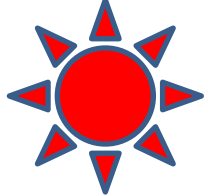
青枯病





2010.07.07

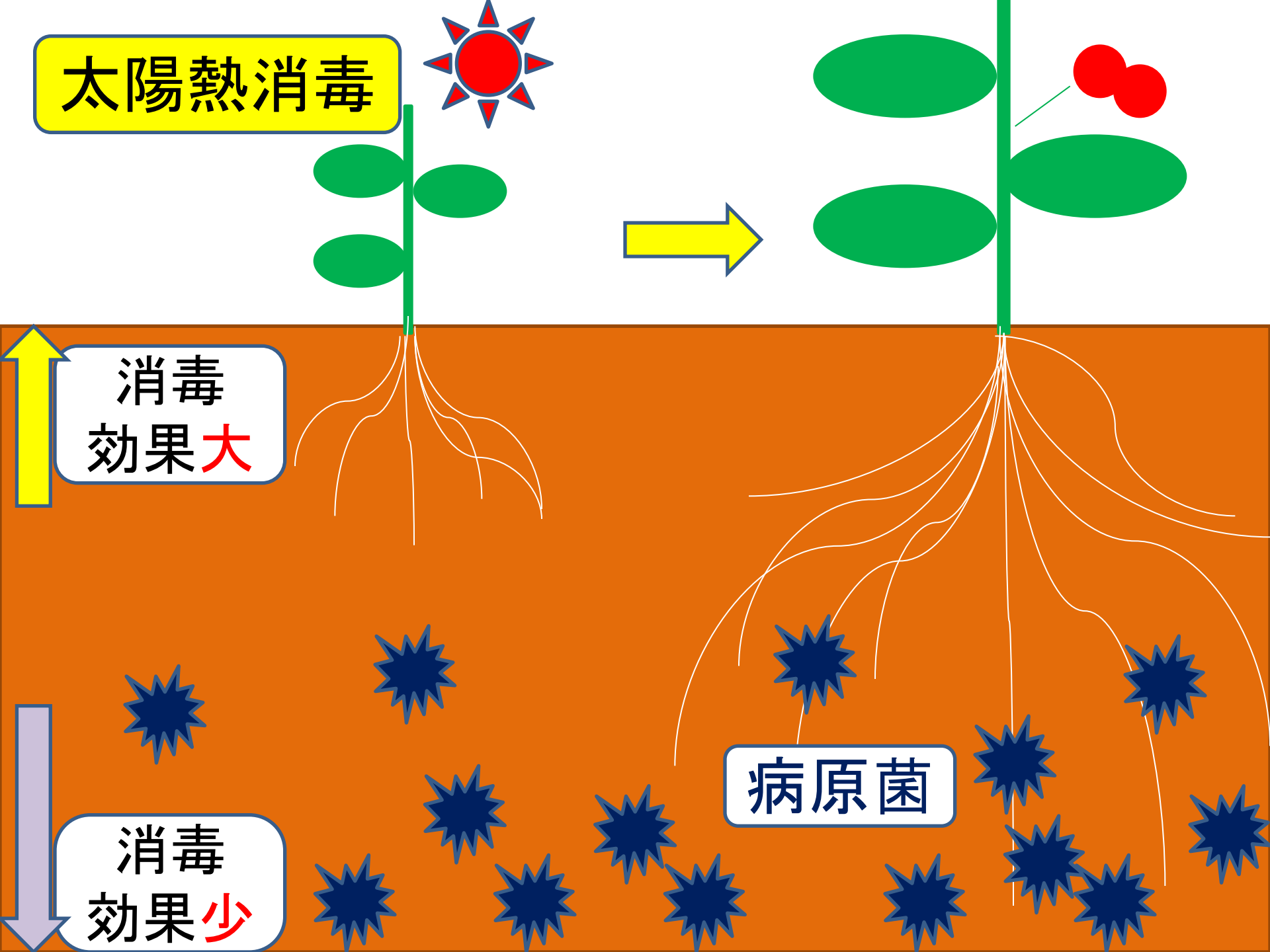
太陽熱消毒



消毒
效果大

消毒
效果少

病原菌



ダゾメット剤による
土壌消毒

フスマや米糠による
土壌還元消毒



10~15
cm程度



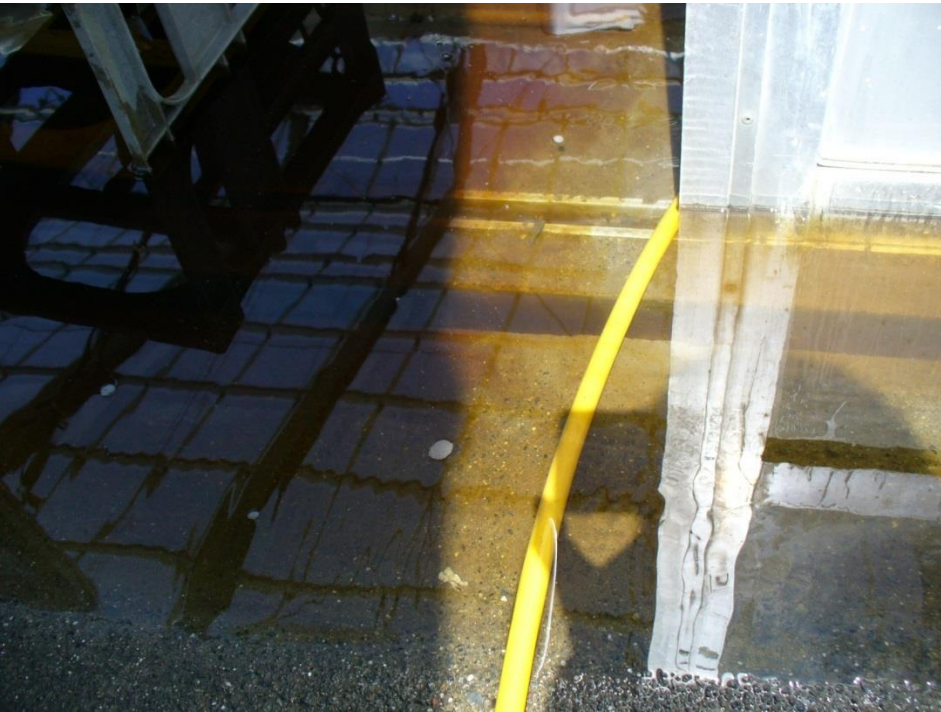
病原菌

青枯病対策に取り組んだ過去の経緯

農家	手法	次作での青枯病発生状況	被害軽減できなかった考察
A	ク ロ ピ ク	生育初期のみ被害なし。その後発生	農薬使用方法が不適切
B			
C		青枯病はなかったが、未発生のセンチュウが激発	処理層が無菌状態になり、別の病害虫(センチュウ)が増殖しやすい環境になった
D	ダ ゾ メ	1回目は発生無。2回目(再発した2年後に実施)は発生	1回目は深層に青枯病が少なかったのではないか
E	ツ ト	太陽熱消毒だけよりも、初発生が早く、最終的に被害はかえって増加	処理層が無菌となり、残った青枯病が侵入・増殖しやすかった

冬春トマトでの 取り組み







現代農業2012. 10
(岐阜県海津市)



土壤還元消毒の種類による青枯病被害率 (H21海津市(A氏)、西濃農林事務所)

土壤還元 消毒方法	糖蜜	フスマ
被害率	0.0%	0.6%

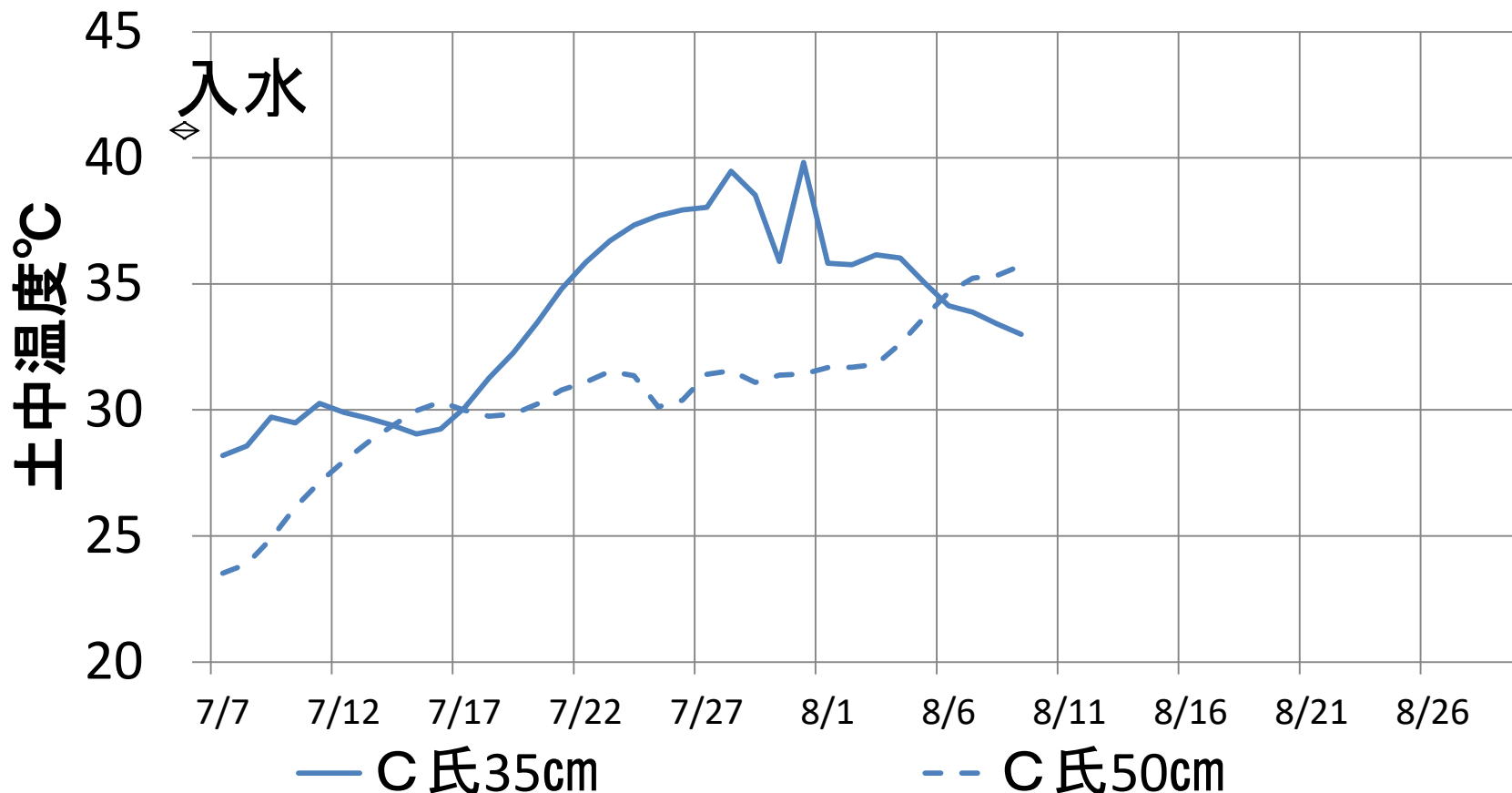
平成21年度の実証者の意見 (岐阜県西濃地域)

- A氏・・・毎年同ほ場の2割程度枯れる。被害0%は、はじめて。糖蜜両サイド畝も枯れていない。
- B氏・・・1昨年、ほ場の一山で連続的に枯れたが、糖蜜を実施し、被害0%。樹勢の弱い台木に変更したが、生育はよい。
- 氏・・・1昨年、2ほ場で2割程度枯れた。昨年、糖蜜を実施したほ場は枯れが少ない。生育がむしろよいので、不思議。

平成22年度の実証者の意見 (岐阜県西濃地域)

- C氏・・・毎年、青枯病で枯れるが、実施した山は全くない。
- D氏・・・毎年、青枯病で枯れるが、実施した山は被害率0%。はじめて。
- E氏・・・毎年、地下深い場所にセンチュウがいるので、1ハウス実施。被害は例年よりかなり少ない。
- F氏・・・ほ場全体にバラバラであるので、スポットで散布したら効果があまりなかった。
- A氏・・・昨年は1山実施したら被害なし。今年はスポット的に散布したら、効果が少なかった。

土壌還元消毒実施時の土中温度 (平成22年 岐阜県輪之内町(東海農政局))



有機物(糖蜜)を使用しており、深さ50cmで7/20に30°Cに達しており、30°C以上が20日間確保できた(東海農政局)。

糖蜜による土壌還元消毒の青枯病菌密度 (東海農政局調査事業、C氏、22年度)

土壌深度	消毒前	消毒後
5cm	0	0
15cm	0	0
35cm	0	0
50cm	14,000	0
70cm	0	0

単位：個/土壌1g当たり

課題・注意点


- 糖蜜の価格は10a約10万円と高価であるうえ、希釈・散布方法が手間である。
- 安価にするため、昨年度の発生場所のみスポット的な散布を行った生産者がみられるが、効果が得られていないため、全面処理とする。
- 実施日を含め3日間の天気が特に重要で、曇天、低温が続く場合は日程をずらす。
- 土壌の透排水条件が悪い場合には土壌改良が必要。

取組が実際に普及開始できた考察

- 身近な地域内の単収上位者や実証ほの取り組みをみえる(数値)化。
- 病害や湿害等、生産者のかかえる課題について土壌・作物診断から対応できた。
- 生産者が取組みやすい技術(価格、労力)。費用対効果。
- 調査・実証・普及に対して生産者、JA、メーカー等の協力体制。

その他、詳細について興味のある方は以下を参照してください。

内容	記載原稿
トマト栄養診断技術 (葉柄中硝酸イオン濃度測定)	現代農業2013年1月号 別冊「農家が教えるトマトづくり」農文協
腐植とリン酸とトマトの生育 (育苗培土改善によるリン酸吸収促進) (本ぽのリン酸過剰と土壌病害)	土づくりとエコ農業 2015年8・9月号
土壌水分安定によるトマトの単収向上 (土壌鎮圧、pFメーター)	土づくりとエコ農業 2015年6・7月号 園芸新知識タキイ最前線 2015冬春号 現代農業2017年3月号
土壌物理性改善による夏秋トマトの根域拡大と生育・収量向上 (深耕による硬盤層破壊、緑肥栽培)	土づくりとエコ農業 2015年2・3月号 園芸新知識タキイ最前線 2017春種号 現代農業2017年10月号
トマト土壌病害(青枯病)対策の取組み	2017土づくり推進フォーラム講演会 土づくりとエコ農業 2017年8・9月号 タキイ最前線web 栽培技術(果菜)



葉物野菜の土壌診断と 改善対策の実際

岐阜県西濃農林事務所農業普及課
農業普及課長 市原知幸(土壌医)

産地概要



神戸町下宮青果部会協議会

- 揖斐川河畔の砂質土壌と豊富な地下水を利用した灌水設備
- 生産者数80名、栽培面積40ha(ハウス1,400棟)
- 品目 小松菜、葉ネギ、モロヘイヤ等の葉物野菜
- JA共販体制で中京・北陸市場へ出荷(販売金額9億円)

産地の課題

従来

- ・自作地
- ・畑地
- ・連作

圃場の多様化

- ・栽培履歴が不明な借地
- ・水田での新規作付
- ・花きからの品目転換

生育障害の多様化

土壌診断体制の未整備

生育障害の原因不明

平成10年代
までは普及
センター実施

農林事務所
ではpH、EC
の簡易測定
のみ

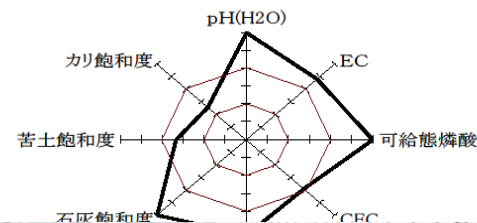


普及活動の目標

- 1 土壌診断体制の整備
- 2 土壌診断による生育改善

土壌分析結果表

西濃農林事務所農業普及課					
分析日	H30.11	対象作物	なま		
サンプルNo		区名	名		
生産者番号		圃場名	名	種	戸
					111301
項目	基準値	下限	基準値	上限	測定値
pH(H ₂ O)	6.0		6.5		7.4
EC	0.0	ms	0.3	ms	0.42
石灰		mg		mg	393.0
苦土		mg		mg	58.6
加里		mg		mg	28.2
可給態燐酸	20	mg	80	mg	245.0
CEC	8	me	15	me	14.6
塩基飽和度	70	%	100	%	120.3
石灰飽和度	53	%	70	%	96.1
苦土飽和度	14	%	23	%	20.1
加里飽和度	3	%	7	%	4.1
石灰/苦土	2.7		4.3		4.8
苦土/加里	2.3		6.7		4.9



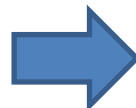
活動内容

① 土壌分析外部委託、現状把握

土壌化学性分析外部委託

目標

- ① 費用：市場平均価格
(1点3千円程度)
- ② 時期：周年可能



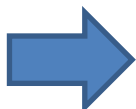
結果

分析：肥料メーカー
(試行：1人1点のみ、
分析費用は無料)

生育障害の状況把握

目標

現地調査以外の
多数の障害を把握



対応

- ① 土壌提出時に
生産者から情報収集
- ② 土壌診断データ分析

表面

平成 30 年 7 月 23 日

〒100-0001 東京都千代田区千代田 農協会生産者 各位

- ・ 土壌提出とあわせ、ほ場データを提出。
- ・ 氏名・ほ場名・作物名・採取時期の他、**生育良否、悪い場合は内容を記載**

研修会（予定：9月中旬）にて各個人ごとに土壌診
あわせて、分析結果の読み取り方と改善方法、産地

説明。

生産者番号		氏名	
圃場名		作物名	
土壌採取日	月 日	前作	
土壌採取時期	栽培終了時(栽培開始前)・栽培期		
生育状況	良い	普通	

※あてはまるものに○
備考(上記内容で悪いと記入された方は具体的な内容を記載願います。)

**・良くなった場合、
何をしたかを記載**

裏面

(1) 採土の方法と調整

・ 土壌採取・調整方法を図で説明

サンプルは、中央と対角線の
角に採るんじやぞ

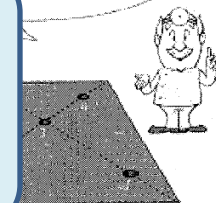


図1-3 採土の位置

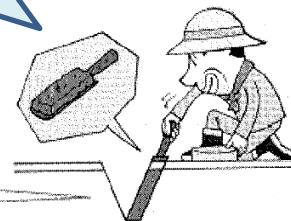
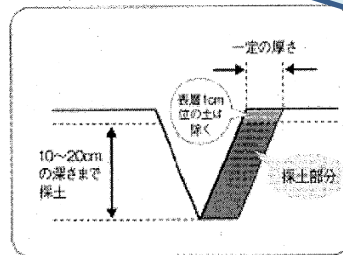
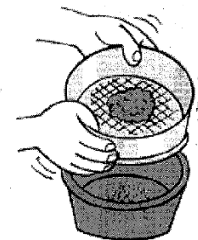


図1-4 採土のしかた

(2) 試料の調整

採取した土壌は新聞紙などの上に広げて、日陰で1週間ほど風乾させます。

土壌を軽く砕いた後、1ないし2mmの篩を通します。篩上に土壌が残った場合は篩に残らないように土壌を砕きます。風乾土として200～300gの細

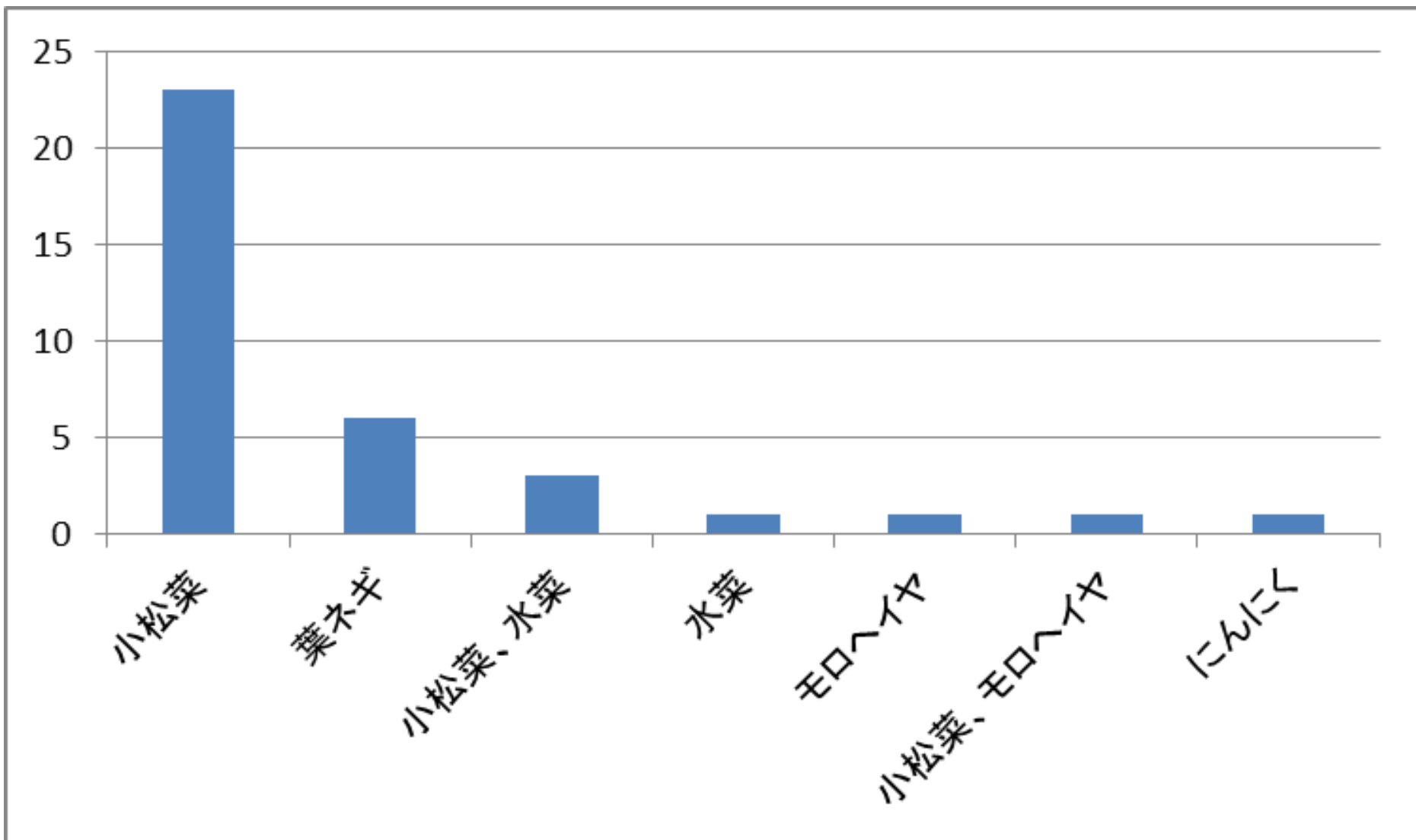


の土壌は採取しないでください。
しています。

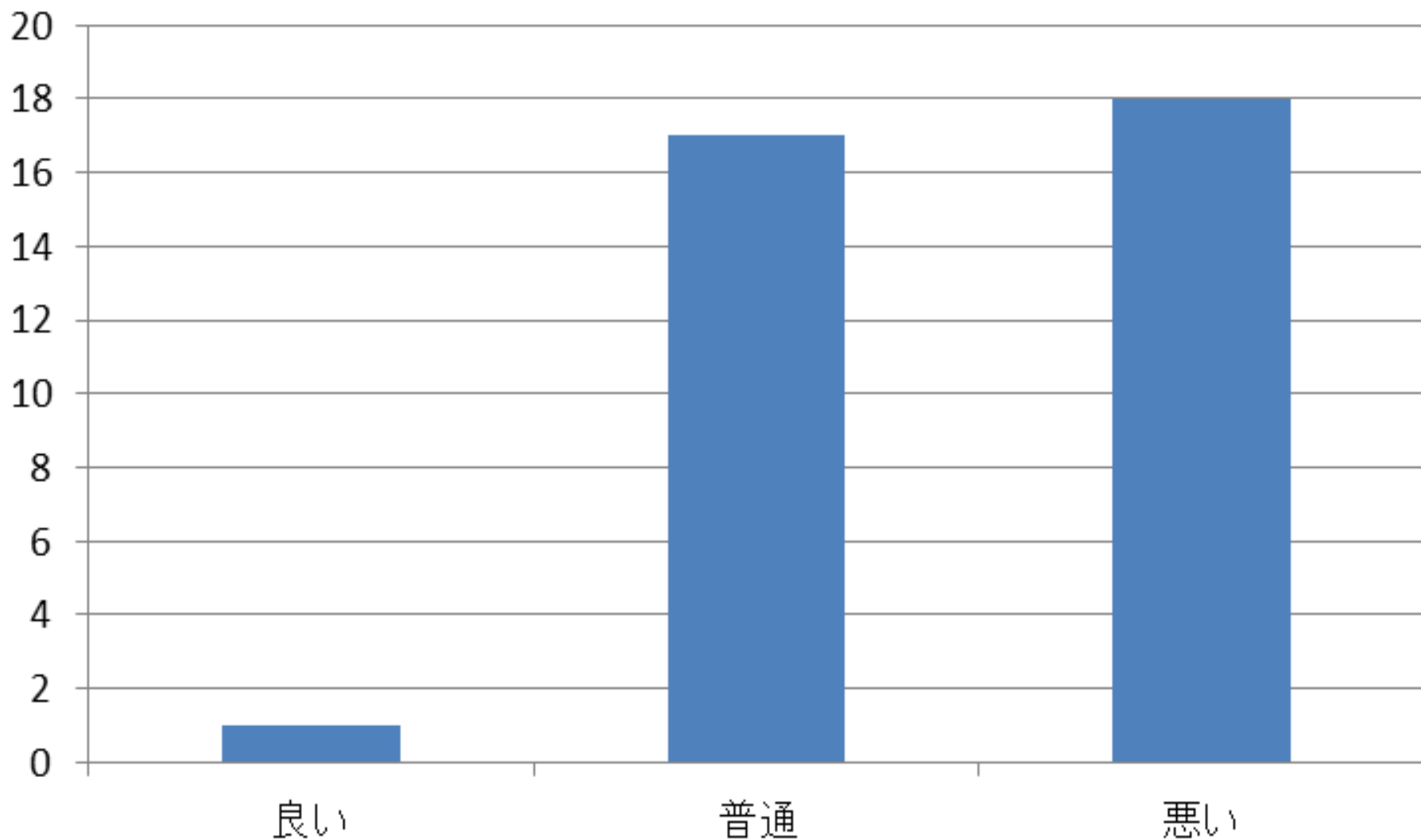
く雨や雪にさらす場合や湛水処理・除塩処理などの予定がある場合

第1回土壌診断一斉分析診断作物

(単位:点、合計36点、平成30年8月、分析:(株)日本肥糧)

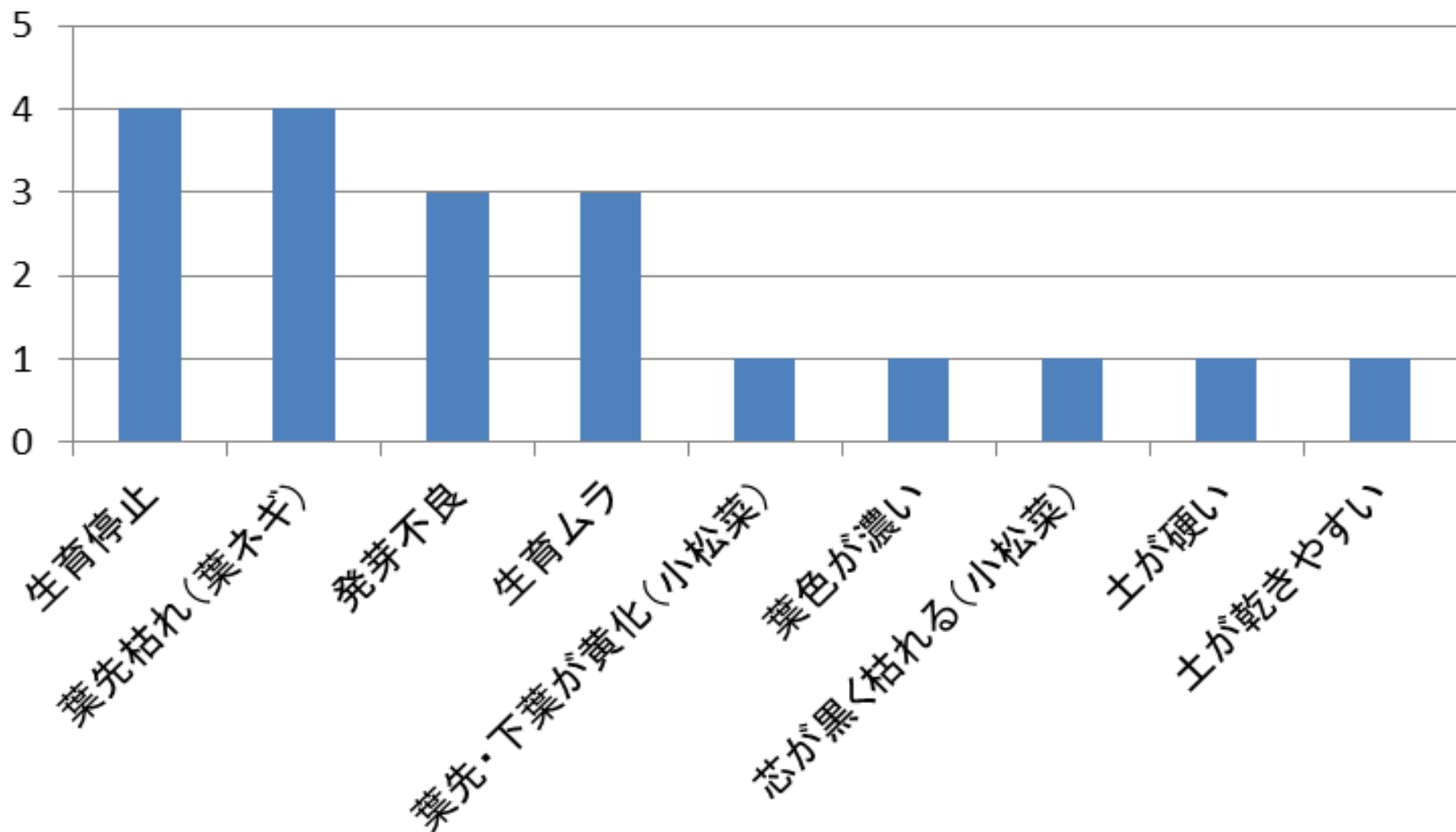


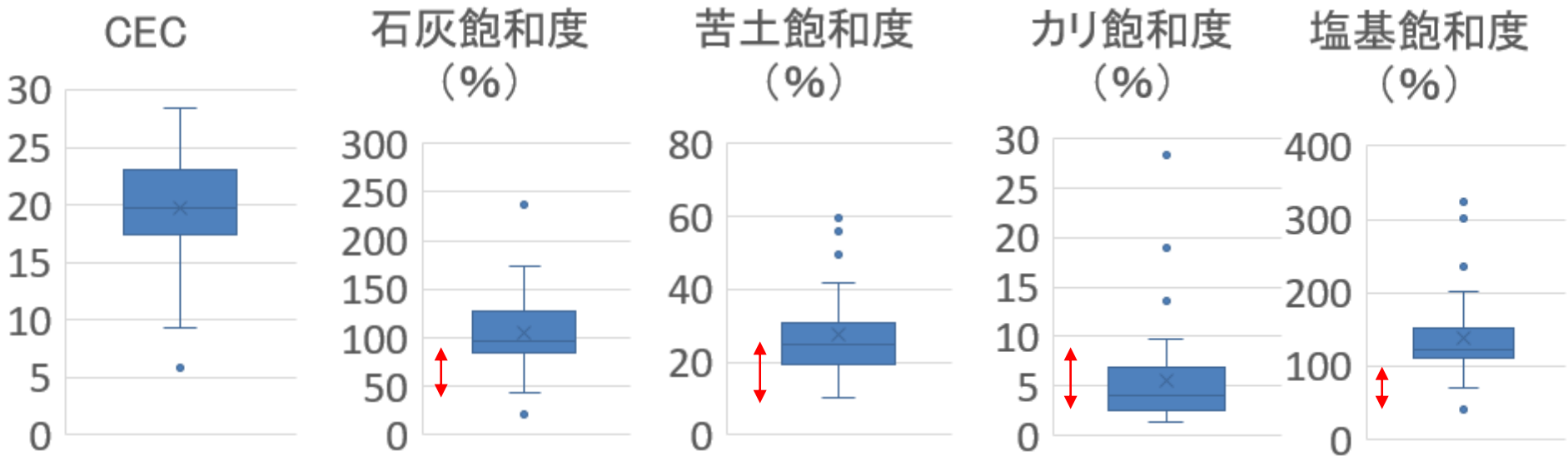
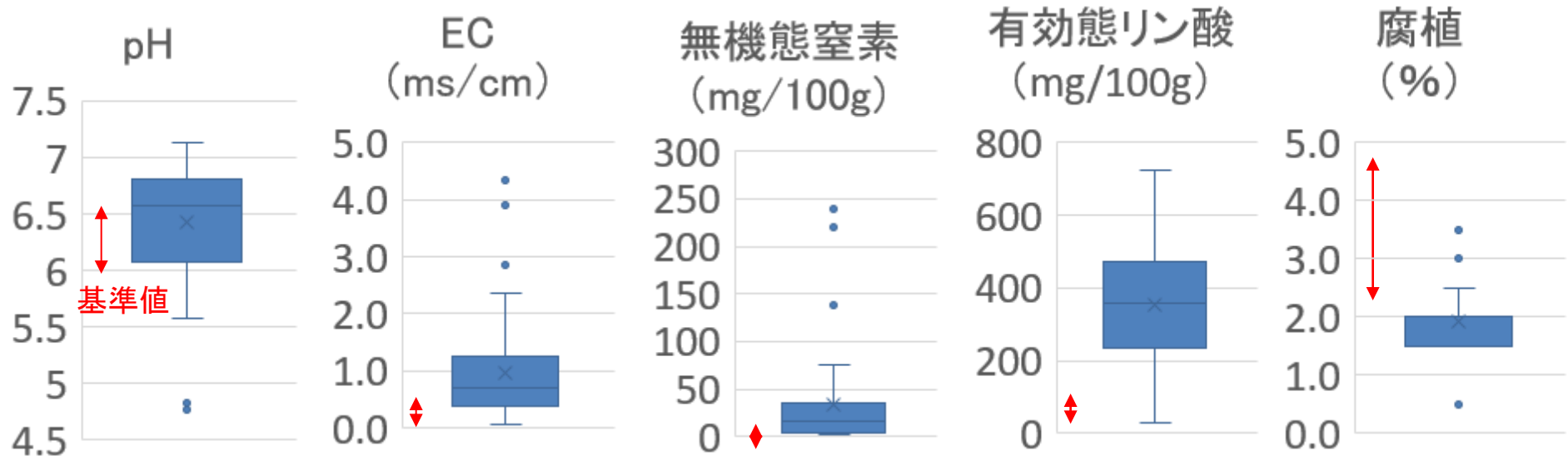
土壌採取圃場の生育状況(単位:点)



生育の悪い症状（単位：点）

※複数回答を含む





活動内容

②生育障害と土壌診断結果分析及び指導

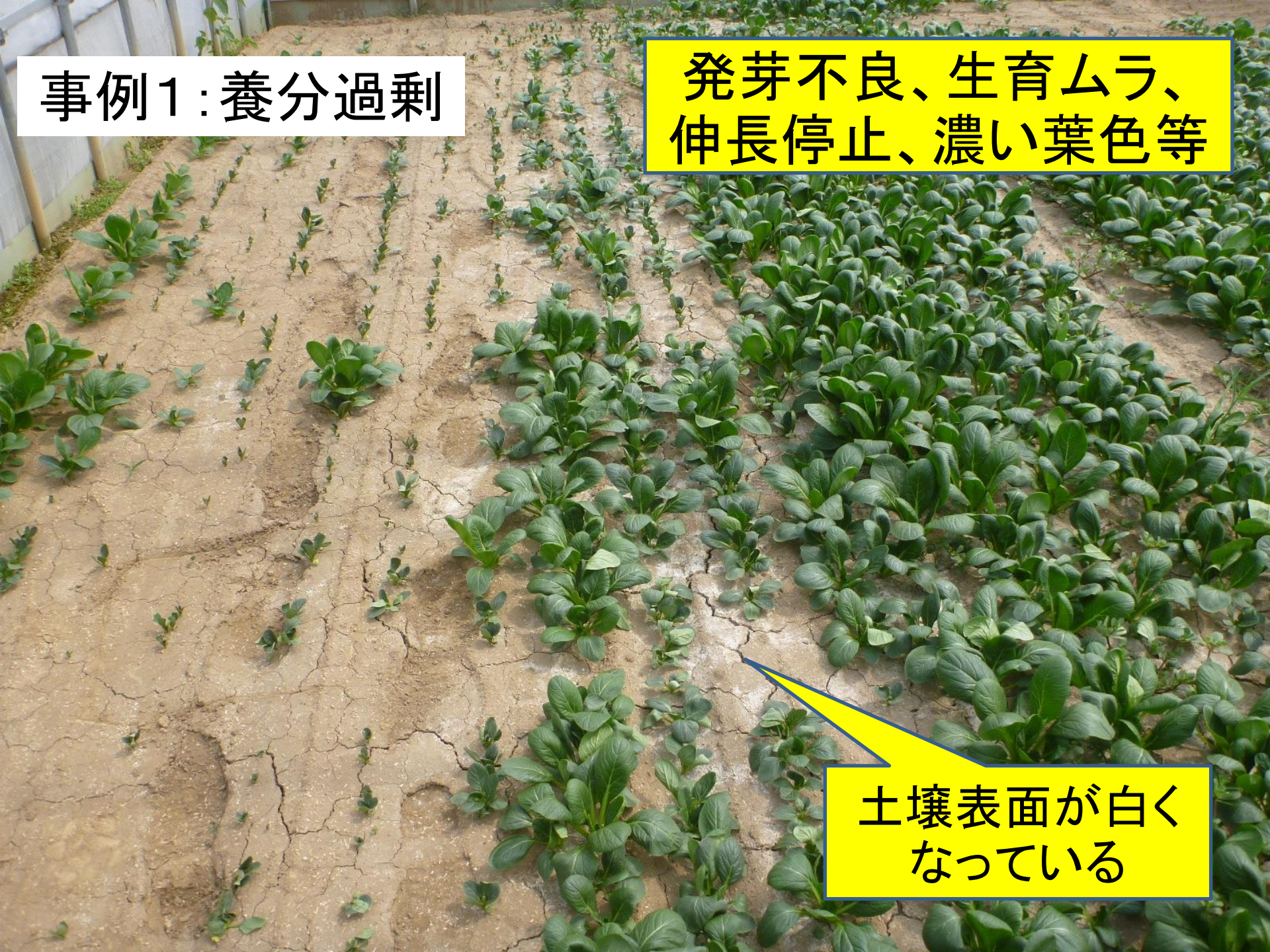
生育障害の発生から改善までの手法

順序	手法	具体的内容
1	照会	JAを通じ、生産者から生育障害の問合せ
2	状況把握	・障害株だけでなく、圃場全体を観察 ・生産者からききとり (発生時期、前作や前年の状況等)
3	事前調査	・書籍、インターネット、文献等で調査 ・不明な場合、過去の担当者へも確認
4	土壌診断結果 分析と改善提案	生育障害の判定と処方箋の作成
5	検証	・生産者による改善対策実施 ・効果確認

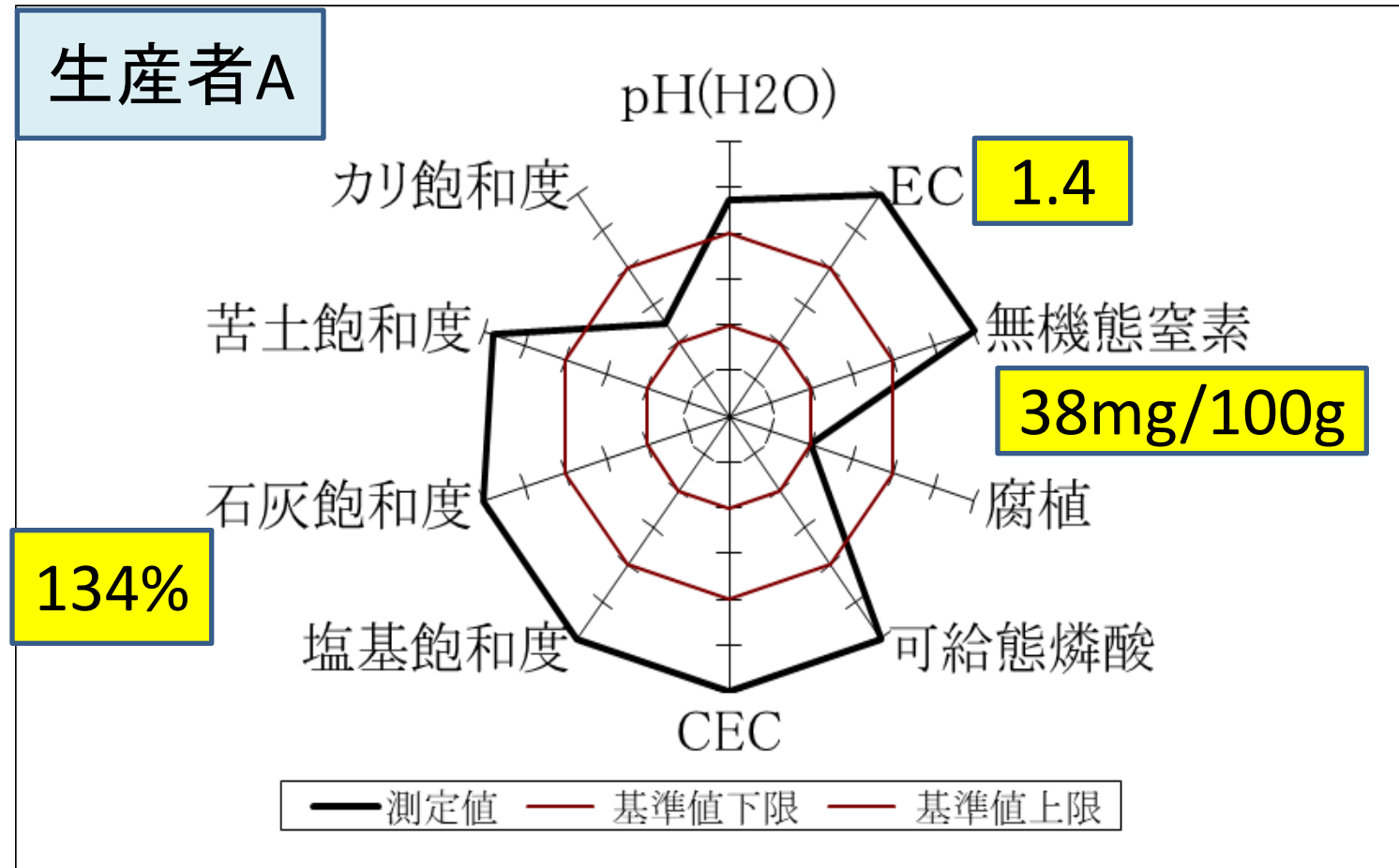
事例1: 養分過剰

発芽不良、生育ムラ、
伸長停止、濃い葉色等

土壤表面が白く
なっている



生産者A



分析機関: (株)日本肥糧

	pH (H ₂ O)	EC (ms/cm)	無機態窒素 (mg/100g)	有効態リン酸 (mg/100g)	腐植 (%)	CEC (me)	交換性塩基(mg/100g)			飽和度(%)				石灰/ 苦土比	苦土/ カリ比
							石灰	苦土	カリ	石灰	苦土	カリ	塩基		
生産者A(不良)	6.7	1.4	38.0	656	2.5	28.4	1068	180	60	134	32	4	170	4.2	7.1
生産者B(不良)	6.5	1.4	36.6	526	1.5	20.0	716	105	77	128	26	8	163	4.9	3.2



生育不良ほ場



生育良好ほ場



発芽不良、生育ムラ、伸長停止、濃い葉色 (高EC＝塩類濃度障害)

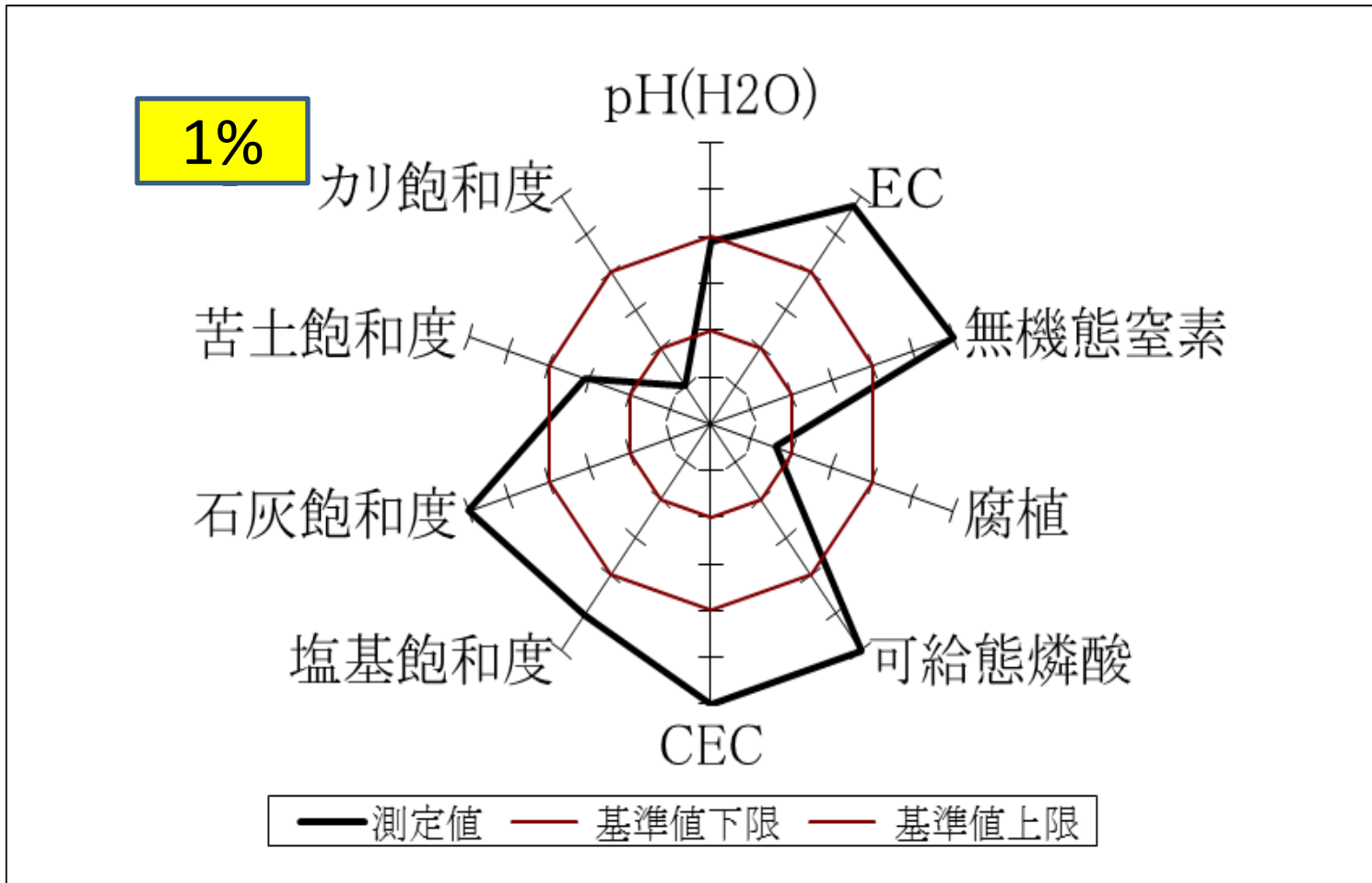
- 原因 連作による肥料蓄積、灌水不足
 - ※ 圃場内で部分的に発生 → 灌水ムラ
 - ＜判断方法＞
 - ・作物がない時の灌水で均一性を確認
- 応急処置 不良場所に肥料をまかない
- 根本対策 ① 湛水、深耕、植物性堆肥による塩類濃度希釈
- ② 灌水ムラ→灌水装置の不具合を修理

事例2: 養分欠乏



下葉縁の白斑・枯れ
(収穫近くに増)





分析機関：(株)日本肥糧

pH (H2O)	EC (ms/cm)	無機態窒素 (mg/100g)	有効態リン酸 (mg/100g)	腐植 (%)	CEC (me)	交換性塩基(mg/100g)			飽和度(%)				石灰/ 苦土比	苦土/ カリ比
						石灰	苦土	カリ	石灰	苦土	カリ	塩基		
6.5	0.6	12.6	404	2.0	27.6	739	108	18	96	20	1	117	4.9	14.2

野菜の養分吸収量

(関東東山土肥技連協)

	収量 kg/10a	成分吸収量 kg/10a				
		窒素	リン酸	カリ	カルシウム	マグネシウム
小松菜	2,800	9.6	2.7	13.5	5.6	0.8
ねぎ	4,390	10.2	2.4	11.6	6.9	0.9
ほうれんそう	1,600	8.4	2.1	11.1	2.1	2.7
野菜総平均		12.1	3.8	16.2	9.7	2.0

小松菜の下葉縁の白斑・枯れ (カリウム欠乏)

- 原因 ①水に溶けにくいケイ酸カリを使用
②施肥設計は窒素を重視
- 対策 ①資材を硫酸カリ(水溶性)へ変更
②カリウム成分投入量を窒素の2割増し
に施肥設計を変更

事例3：長期作型

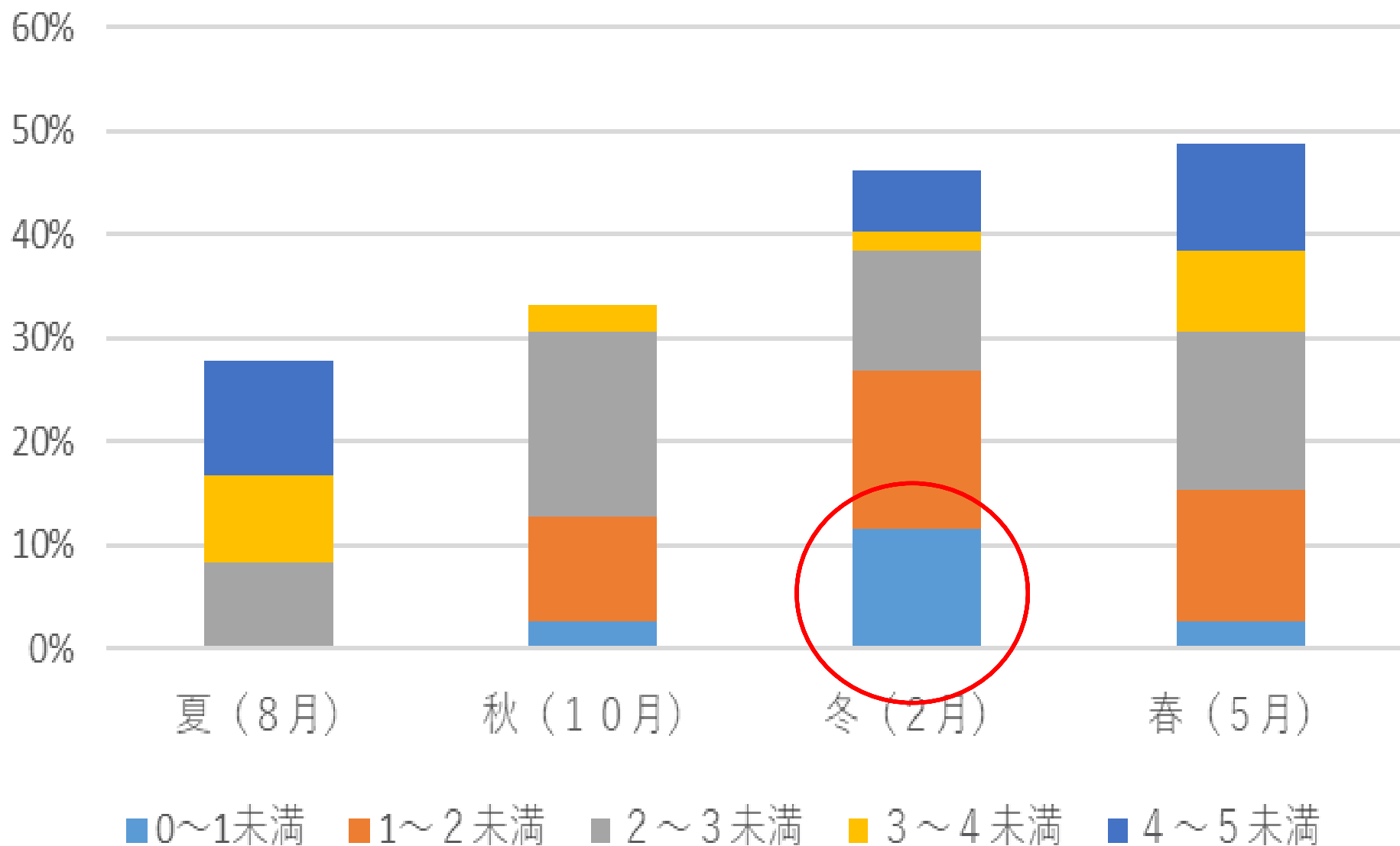


小松菜の下葉黄化

ECと窒素が無関係
(※硫酸イオンの影響)

EC	0.7
無機態窒素 mg/100g	2.7

無機態窒素が5mg/100g未満の生産者の割合



小松菜の下葉の黄化（窒素欠乏）

- 産地の傾向としては残存窒素量が多い圃場が目立った。
- しかし、圃場による差が大きく、特に栽培期間の長い冬期に窒素欠乏の可能性のある圃場の存在が判明。

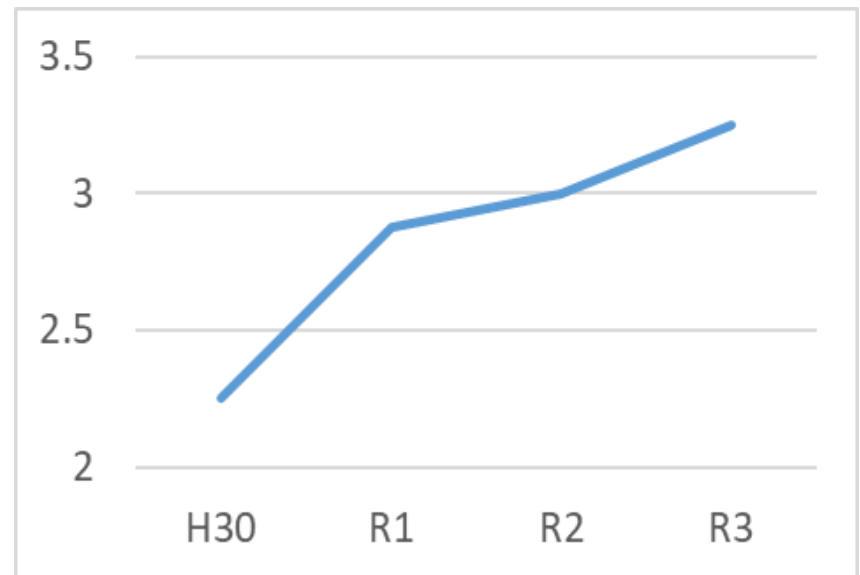
→(短期)冬期の施肥体系(窒素量)の見直し

基肥窒素量を1作あたり

3.2kg/10a増

→(長期)腐植質資材による

地力窒素の向上



腐植質資材「ハイフミン」を500kg/10a/年を3年継続施用した生産者の腐植(%)

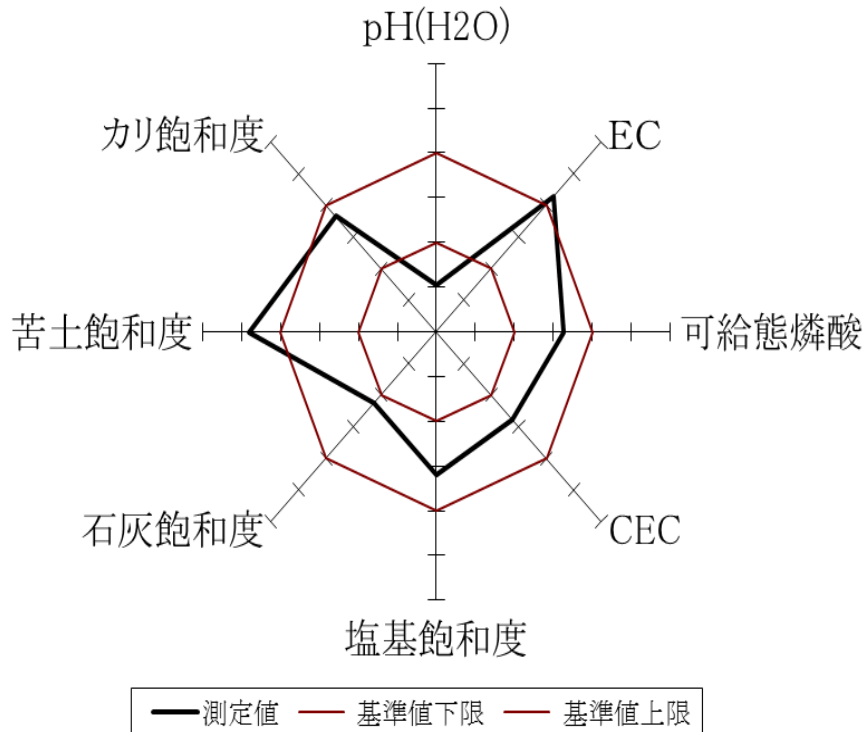


小松菜の葉縁・葉脈間白化、カップリング

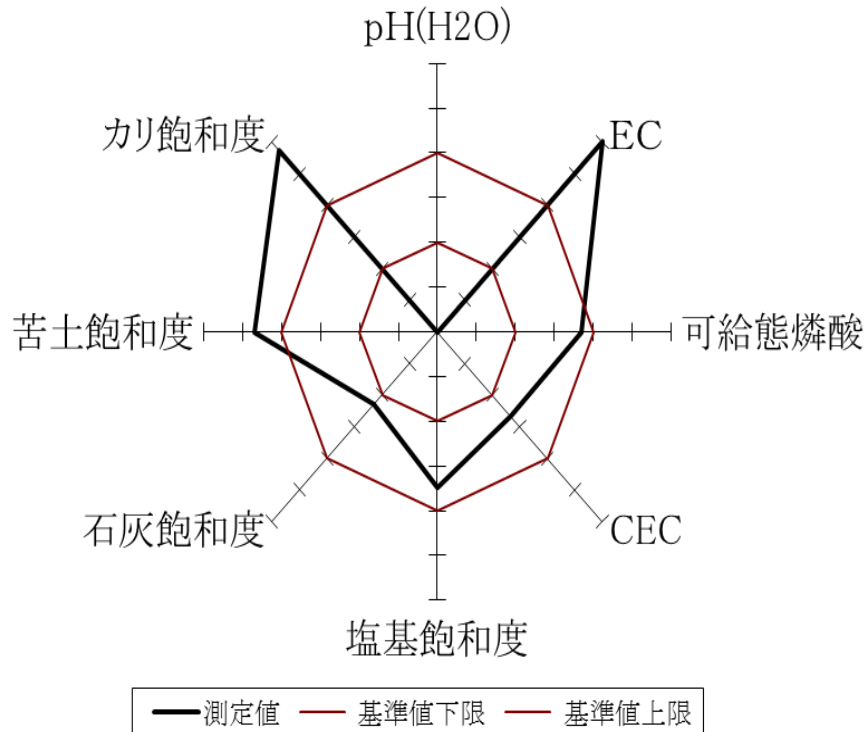


事例4：新規ほ場

• 生育良好場所



• 生育不良場所



分析機関: (一社)ぎふクリーン農業研究センター

	土性	pH	EC	有効態リン酸 (mg/100g)	CEC (me)	交換性塩基(mg/100g)			飽和度(%)				石灰/ 苦土比	苦土/ カリ比
		(H ₂ O)	(ms/cm)			石灰	苦土	カリ	石灰	苦土	カリ	塩基		
生育不良場所	灰色低地土	5.3	0.6	71	10.3	160	54	51	56	26	11	92	2.1	2.5
生育良好場所	灰色低地土	5.8	0.3	58	10.7	165	57	32	55	27	6	88	2.1	4.2

小松菜のカップリング、葉縁・葉脈間白化 (低pHによるマンガン過剰)

1 原因

- 新規圃場でpH矯正ができていない。
- 土壌消毒後に発生が続き、マンガン過剰の可能性
- 圃場中心の灌水不足で、施用した基肥(硝酸態窒素)が多く残り、さらにpHが低下と予測。

2 対策

- 湛水除塩で窒素を流し、pHを上げる。
- 次作の基肥を減らす。
- 土壌改良剤でpHを上げる。消石灰100kg/10a



対策後の状況



事例5



小松菜の下葉枯れ

pH 7.5
EC 0.3

ガス害に対するハウス露滴pHによる判定 (高知農技術センター)

露滴pH	判定(高知農技術研)
7.0以上	アンモニアガスの方が優勢に発生
6.2～5.6	被害はない
6.2～5.6	亜硝酸ガスの方が優位に発生。警戒態勢
5.6～4.6	作物の抵抗性が弱い場合に亜硝酸ガス障害の恐れ
4.6以下	ほとんどの場合、亜硝酸ガス障害の恐れ

今回の小松菜ハウス内露滴調査(被害1週間後)

採取場所	pH
被害が大きい小松菜に小トンネルをかぶせて採取した水滴	7.5
被害が中程度のハウスビニールの水滴	7.3
被害の少ない鉄骨付近のビニールの水滴	7.1

小松菜の下葉枯れ(アンモニアガス障害)

- 発生前に農薬散布はなく、薬害とは考えにくい。
- 障害は急に発生がみられ、中・下位葉に被害。
- 土壌pHが7.5と高い。被害が大きい場所ほどハウス内露滴pHが高い。
- 基準量施用だが、有機質肥料を施用していた。
- 天候の急変、換気不足等、施設内温度が急激に上昇し、アンモニアガス障害が発生したと考察。
- 対策はpHを微酸性まで下げることがを提案。
土壌改良剤 ハイフミン特号B (pH5.0) 500kg/10a
高pHは鶏糞や石灰過剰が影響→深耕による希釈

事例6：土壌物理性

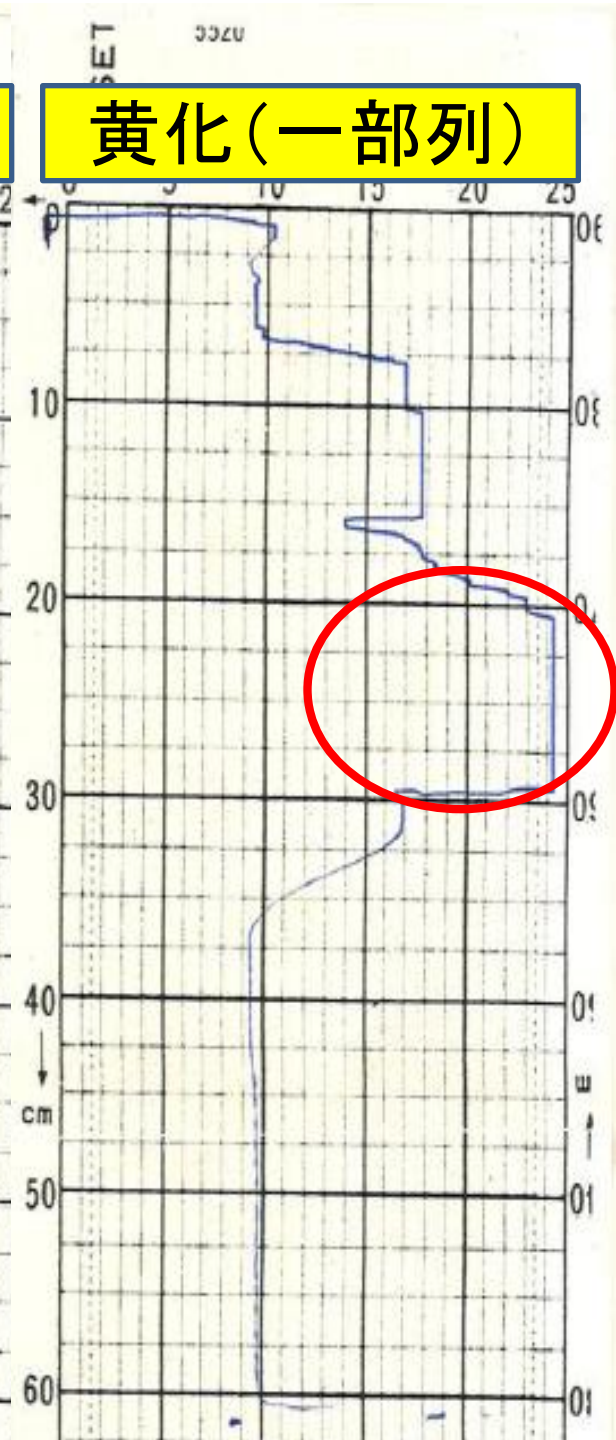
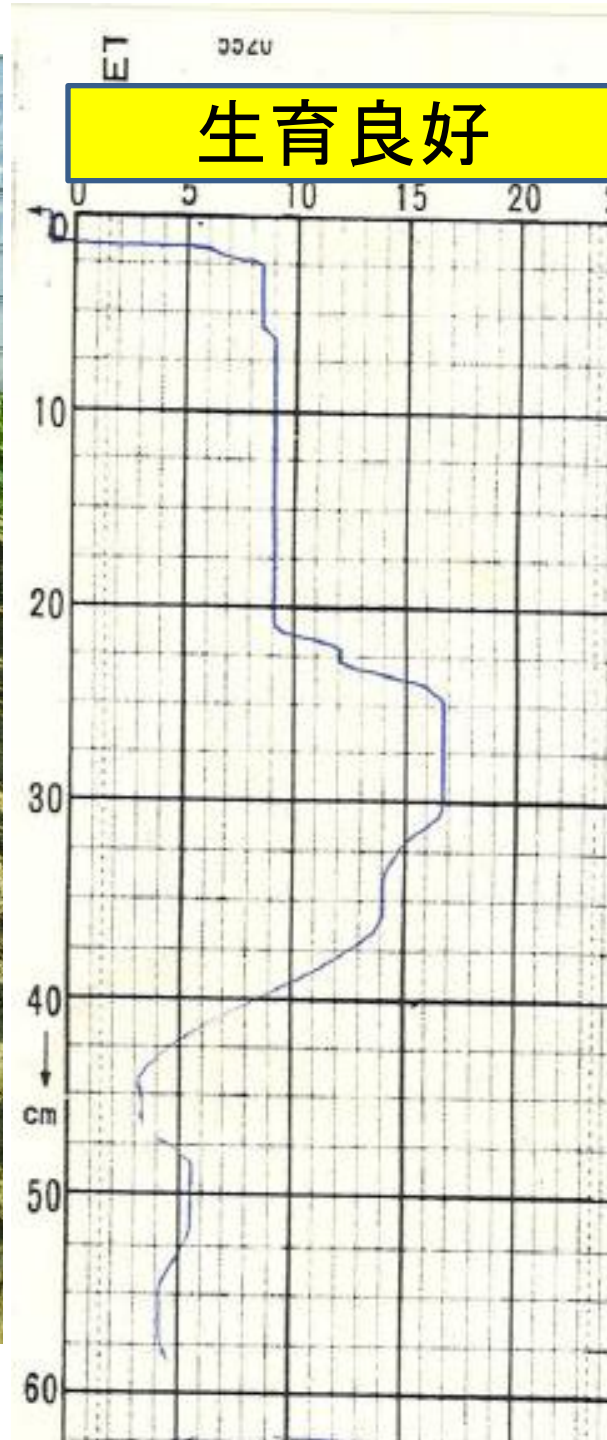
列で各障害が発生する事例

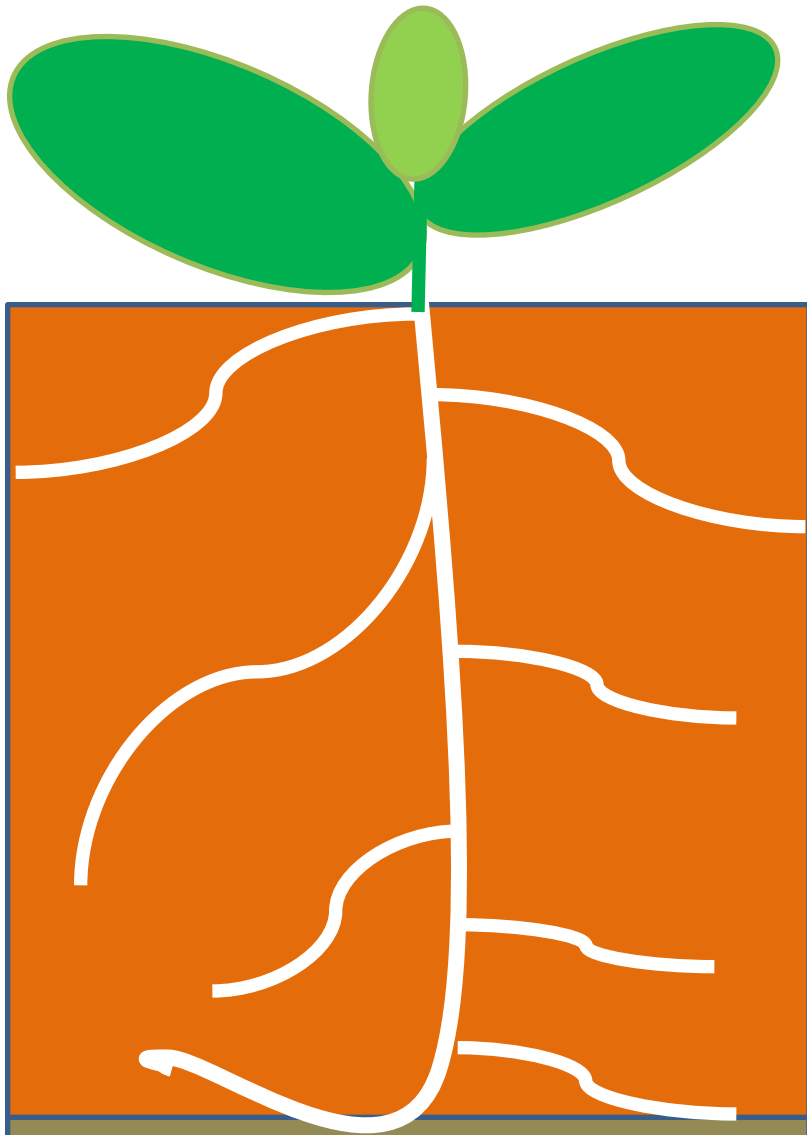
葉の黄化

	EC
生育不良(一部列)	0.09
生育良好	0.24



貫入式土壤硬度計





硬盤層

一部の列に障害 (硬盤層の影響)

- トラクターの車輪走行下と一致。
- 年7回トラクターを使用
→硬盤層の形成大
- 硬盤より下には水や肥料が浸透しないため、灌水や施肥による影響を受けやすい。

→深耕を



通常ロータリー



車輪付き機器を設置



とりはずし完了



深耕ロータリー



トラクターのみに



簡単移動で、ひとまず脇に



機械で簡単取付



設置完了



「深耕ロータリーは倉庫にある」

「新しいトラクターへの設置方法がわからない」

短時間交換方法の紹介



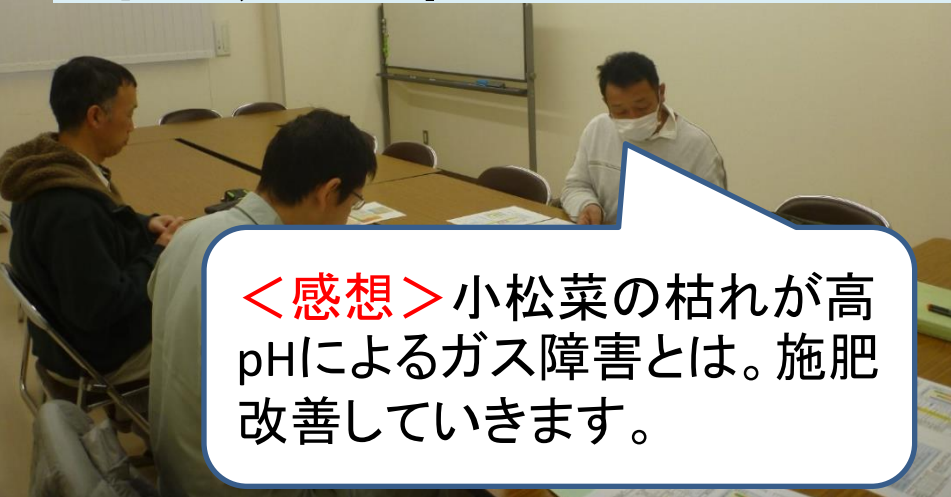
初期導入費用を抑えた方法も紹介

- 共同利用
- 県単補助事業活用

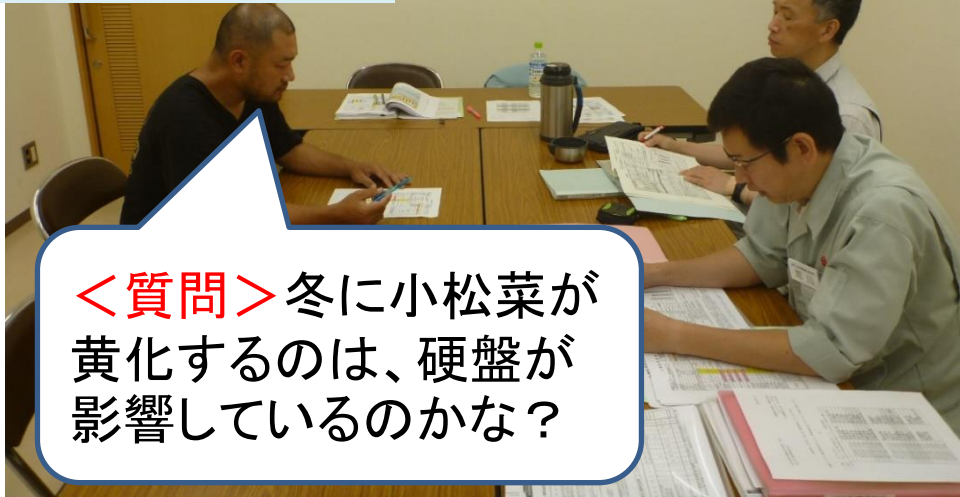
深耕してから、ほ場内の小松菜の生育が揃うようになったよ。

活動内容


③ 土壌診断4者面談の開催



<感想> 小松菜の枯れが高pHによるガス障害とは。施肥改善していきます。



<質問> 冬に小松菜が黄化するの、硬盤が影響しているのかな？



<お礼> 硫酸カリで小松菜の葉縁枯れは改善したよ。土壌診断は大変ありがたい！

- ・土壌診断結果報告、対策提案
- ・質疑応答、意見交換

○ 肥培管理の主対策の課題

- 「深耕」・・・雑草が生えやすくなる。
- 「湛水除塩」・・・圃場が当分使えない。
- 「粗大有機物」・・・窒素飢餓や害虫が発生する。

→ 夏期の太陽熱消毒前に実施

活動内容

④ 土壌診断全体研修会の開催

- 1 「肥培管理対策指針」・「小松菜施肥基準」の作成・配布
- 2 土壌診断用語・産地全体傾向・資材紹介
- 3 生育不良状況と土壌診断結果、対策による改善状況紹介

自分のほ場も同じ障害
があり、参考になった。

土壌診断の大切さ
がわかった。



肥培管理の対策指針

- ①栽培開始前の湛水除塩
- ②深耕による塩類濃度希釈、硬盤層破壊
- ③V字型（低リン酸成分）肥料（10-1-10）の推進
- ④カリウム資材の変更（ケイ酸カリ→硫酸カリ）
と増量（小松菜年間N成分投入量の1.2倍）
- ⑤冬期作型（11～2月播種）の基肥窒素量増加
（小松菜1作あたり成分で+3.2kg/10a）
- ⑥植物性堆肥、腐植質資材の導入
（例）粒状ハイフミン特号500kg/10a/年

活動成果

① 土壌診断体制の整備

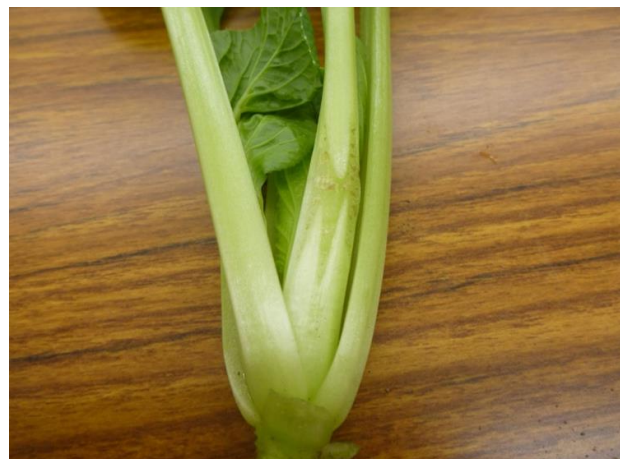
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
土壌提出		○			○			○			○	
個人面談			○			○			○			○
全体研修									○			

※簡易測定(pH、EC)、土壌硬度、病害虫診断は随時

年4回の土壌化学性診断で、周年栽培に対応

活動成果

②野菜の生育不良圃場が改善



小松菜の葉柄コルク化
(高pH)



葉ネギの新葉黄化
(高pH)



葉ネギの葉先枯れ
(低pH)



モロヘイヤの新葉黄化
(高pH)



モロヘイヤの葉縁白斑
(アンモニアガス障害)

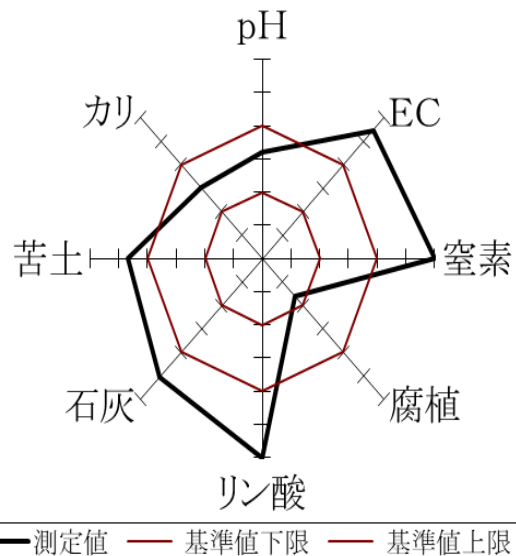


葉ネギの葉先枯れ
(亜硝酸ガス障害?)

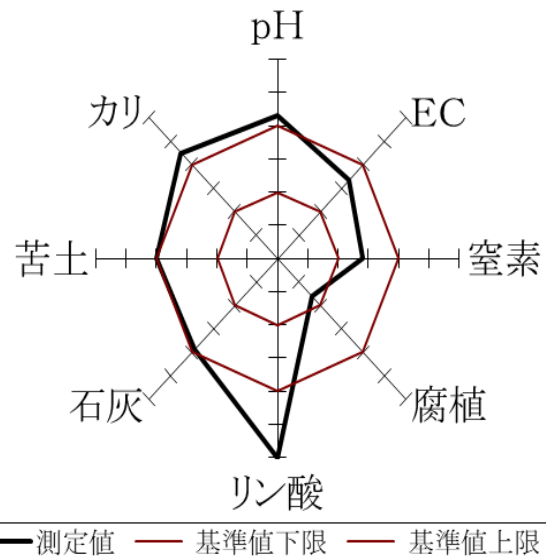
活動成果

②野菜の生育不良圃場が改善

H30



R2

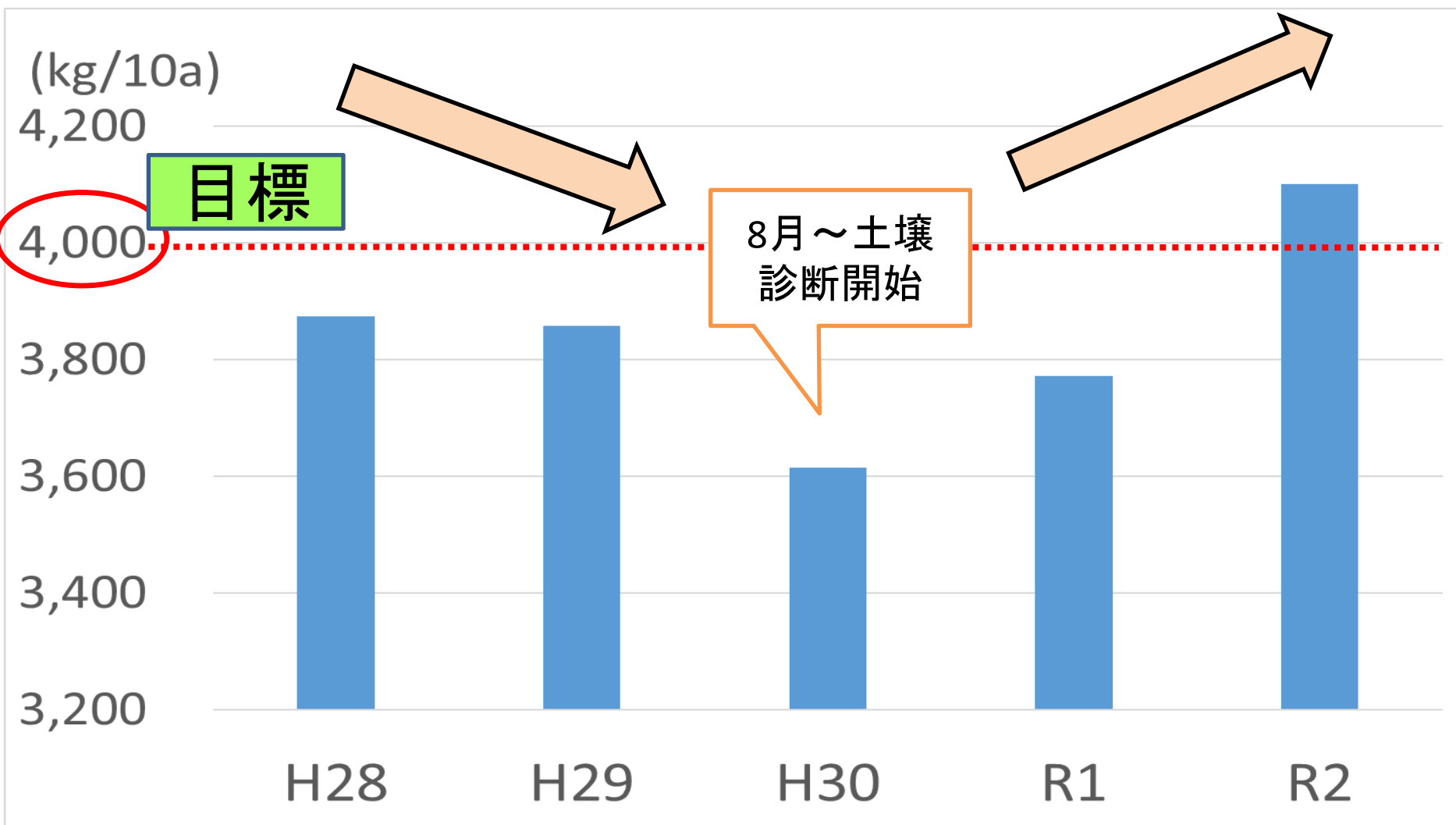


土づくり優良生産者の土壤診断結果(深耕ロータリー毎年+土壤診断)

土壤診断数値も短期間で改善し、品質・収量が向上

活動成果

③産地の収益向上



小松菜部会平均収量の推移

土壌診断結果による小松菜の施肥基準及び肥料費及び成分量比較(年7作計、10a当り)

	以前		H30		R2(土壌診断後)	
	資材・量	金額(円)	資材・量	金額(円)	資材・量	金額(円)
土壌改良	ケイトップ ^o 500kg	37,500	同左	37,500	ハイミン 500kg	45,175
	苦土石灰 60kg	1,440	同左	1,440		0
	ケイ酸カリ (0-0-20) 60kg	6,927	同左	6,927	硫酸カリ (0-0-50) 60kg	7,647
基肥	有機アグレット (8-2-5) 410kg	55,699	同左 520kg	70,642	同左 240kg	32,604
					有機NKペレット (10-1-10) 288kg	24,970
	発酵鶏糞 (2-8-7) 1t	12,533	LPコート20日 (42-0-0) 24kg	5,215	同左 24kg	5,215
成分量N-P-K	53-88-91			52-10-26		58-8-71
費用合計	114,099			121,724		115,611

活動成果

④地域外へも普及、評価

実践研修会資料

中・上級レベル



演習問題に採用
(主催: 日本土壌協会)



実践研修会で講師
(主催: 日本土壌協会)



農業書籍に掲載



優良土づくり推進活動
農林水産省生産局長賞受賞

近年の普及活動

1 施設葉物野菜の硫酸イオンの影響と専用肥料の導入(R3～)

- ・硫酸カリ連用による高EC化懸念。対策は？
- ・産地の土壌診断の傾向(肥培管理指針)を基肥肥料にできないか？



2 有機農業の実証(R4～)

課題：栽培期間が長い冬春作型の窒素欠乏

対策：腐植向上による地力窒素を向上