

土壌医資格登録者 レベルアップ研修会

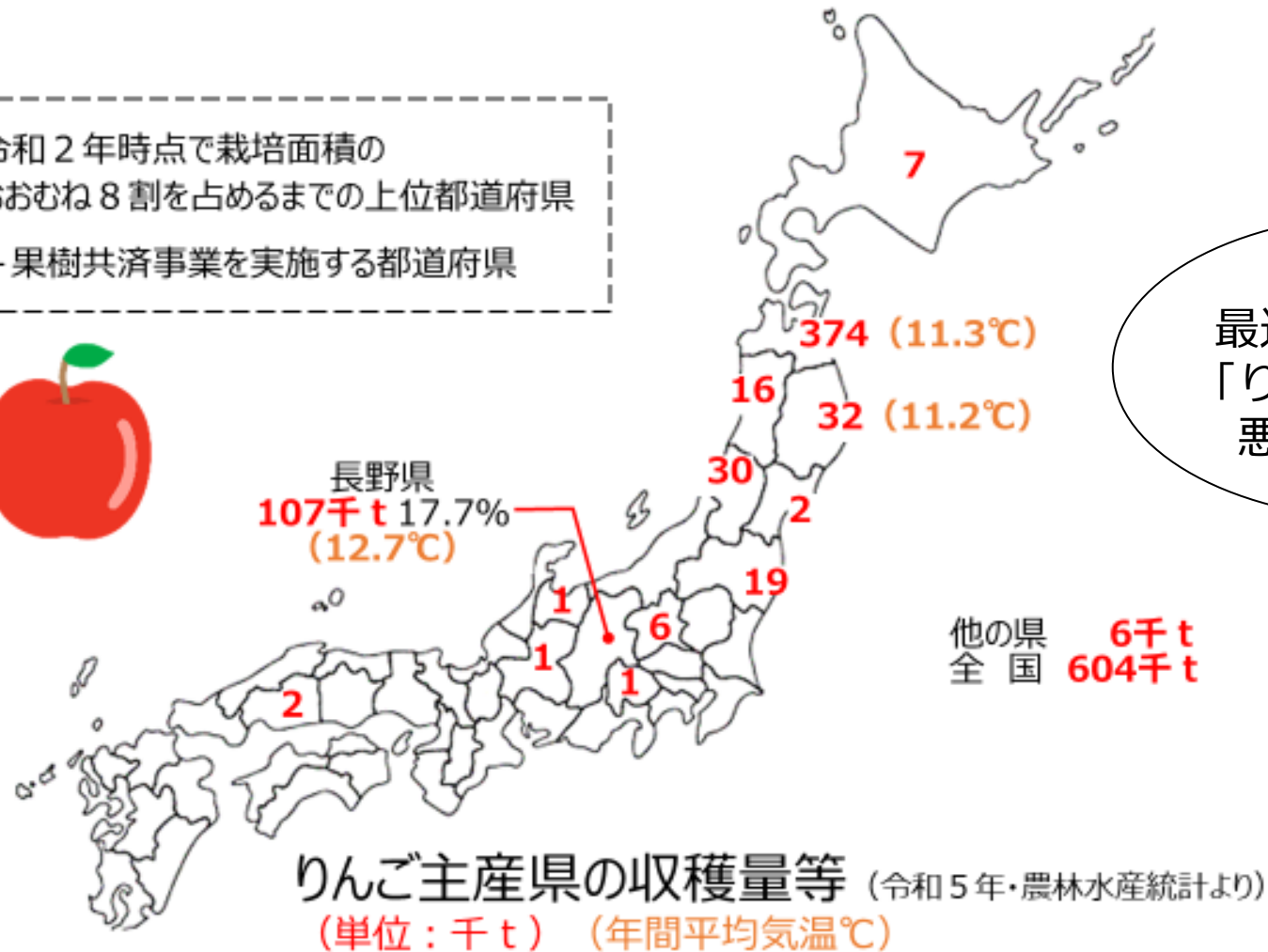
土壌診断と改善対策の実際 果樹

- ①果樹園土壌の化学性の傾向と対応事例
- ②表面に施肥した養分は下層に浸透するのか
- ③果樹園土壌の物理性と果樹の生育、凍害
- ④窒素の施用時期と果樹の生育

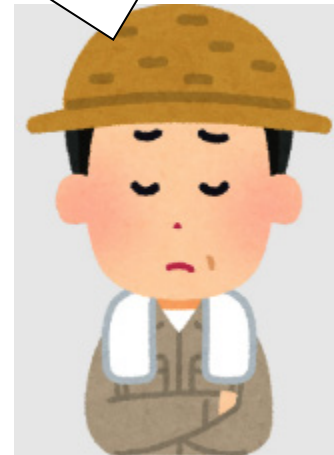
信州土壌医の会 吉田 清志

1 長野県におけるりんご生産概要

令和2年時点で栽培面積の
おおむね8割を占めるまでの上位都道府県
+ 果樹共済事業を実施する都道府県



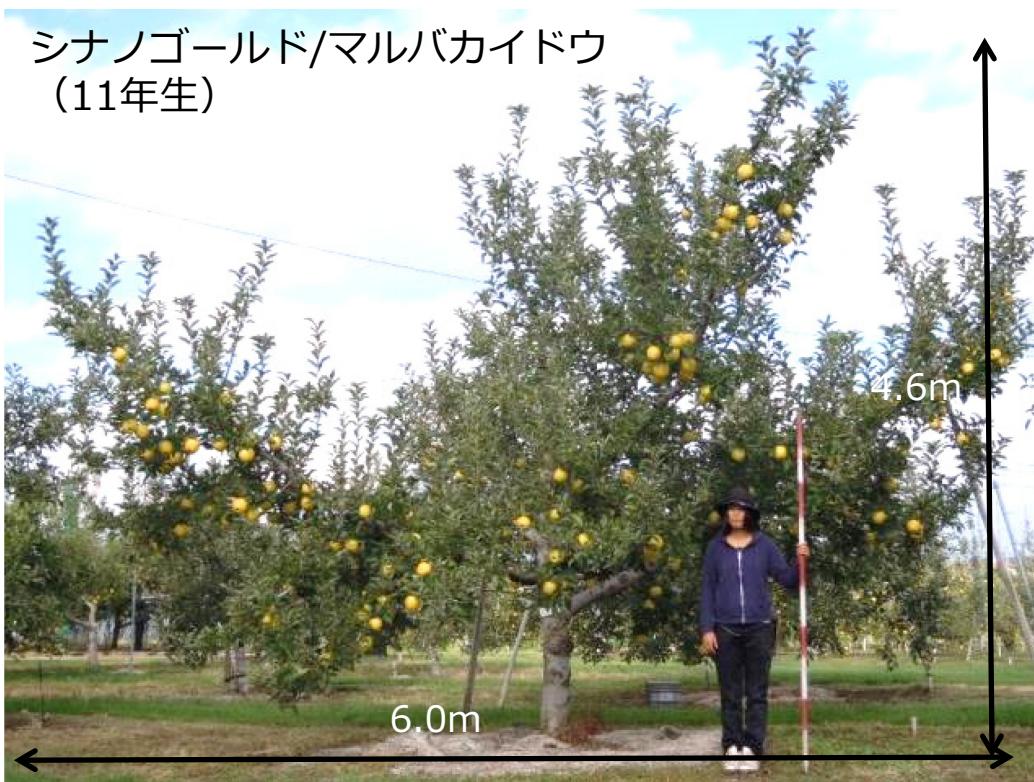
最近、長野県では
「りんご」の着色が
悪くなってる…



長野県はりんごの主産県の中では比較的
温暖な地域に位置する。

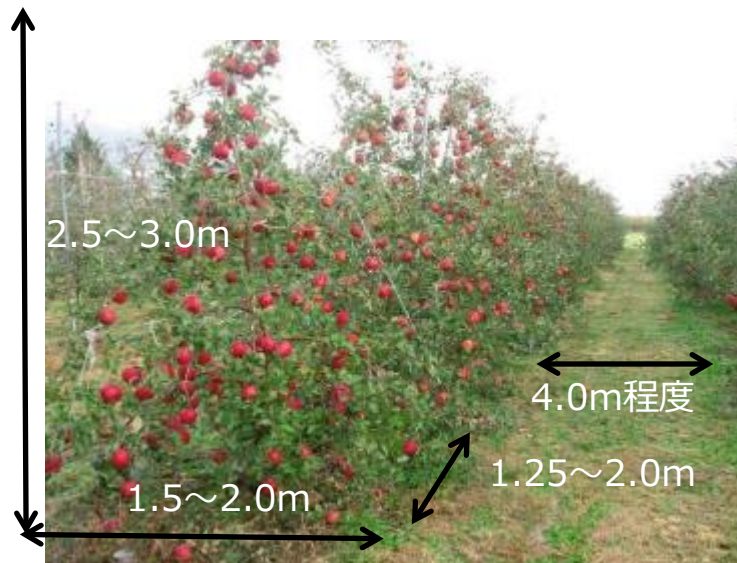
1 長野県におけるりんご生産概要

シナノゴールド/マルバカイドウ
(11年生)



普通樹による栽培 (従来)

ふじ/M.9ナガノ (6年生)



わい性台樹による栽培

近年、長野県では早期成園化、管理作業の効率化を目的にM.9台木を用いたわい化栽培が普及拡大中

①果樹園土壌の化学性の傾向と対応事例

長野県内のリンゴ園場の平均値

- ・ pHは適正範囲内だが高い傾向
- ・ リン酸、カリはかなり過剰傾向
- ・ 石灰は高い傾向
- ・ 苦土は適正範囲内だが低い傾向
- ・ 微量元素（ホウ素・マンガン）は欠乏傾向

「Dr.大地」土壌診断処方箋

JA全農長野

印刷日 2019年5月31日

分析番号	10545	作物名	リンゴ	分析者	
農家名	2007-19平均	住所		電話番号	
ほ場通称		所在地		探土位置	~ cm
ほ場面積	10	a改良深	10	cm	探土日
		土壌種類	不明	仮比重	1.0

〈土壌分析結果〉

土の性質を表す項目	分析値	「Dr.大地」初期値
CEC	21.1	
リン酸吸収係数	1054	改良目標値設定
腐植	5.5	適正範囲の下限

項目	分析値	適正範囲	判定
pH(H ₂ O)	6.4	6.0 ~ 6.5	適正
pH(KCl)	-		
EC	0.12	0 ~ 0.20	適正

アンモニア態窒素	2.9		
硝酸態窒素	1.8		

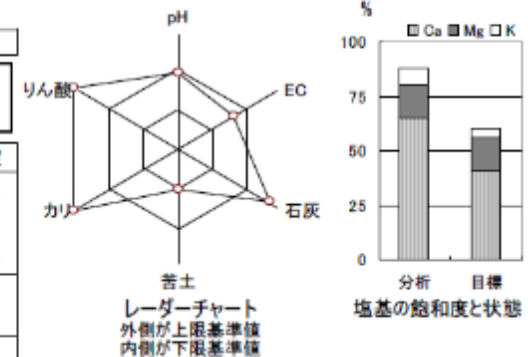
（塩基）交換性石灰	385	242 ~ 331	高い
交換性苦土	64	64 ~ 85	適正
交換性カリ	71	40 ~ 50	高すぎ

（塩基）飽和度	87.3	60.0 ~ 80.0	高い
石灰飽和度	65.2	41.0 ~ 56.0	高い
苦土飽和度	15.0	15.0 ~ 20.0	適正
カリ飽和度	7.1	4.0 ~ 5.0	高すぎ

石灰/苦土比	4.3	4.0 ~ 8.0	適正
苦土/カリ比	2.1	2.0 ~ 4.0	適正

可給態リン酸	101.2	10.0 ~ 30.0	高すぎ
可給態ケイ酸★	-	-	-

易還元性Mn★	-	-	-
遊離酸化鉄★	-	-	-
可給態マンガン	3.2	4.0 ~ 8.0	低い
可給態ホウ素	0.45	0.80 ~ 2.00	低い
可給態鉄	67.5	8.0 ~ 10.0	高い
可溶性銅	25.8	10.0 ~ 30.0	適正
可溶性亜鉛	33.6	8.0 ~ 40.0	適正



〈資材施用量〉 (改良目標値は適正範囲の下限に設定)

単位: kg

要素	資材名	10aあたり*1 (ほ場10aあたり)*2
リン酸		
カリ		
石灰		
苦土		
ケイ酸		
(微量元素)		
マンガン	硫酸マンガン	0.3
ホウ素	ほう砂	0.3
鉄		
亜鉛		
銅		

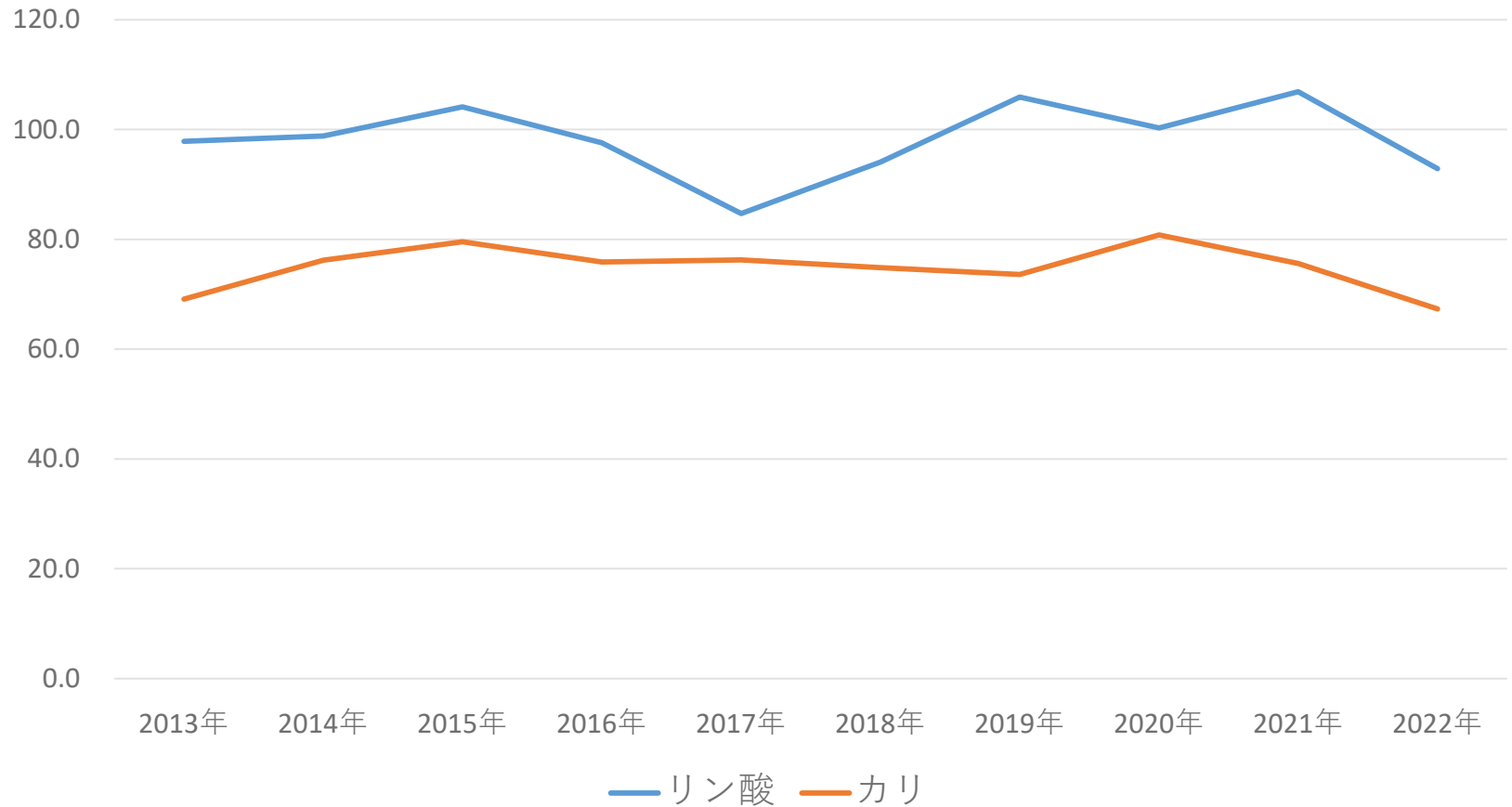
*1: 10aあたり・改良深10cmでの施用量

*2: 当ほ場面積・改良深での施用量

斜体・☆: 半年での施用上限量超過のため、制限しています。

※リン酸 カリが高すぎますので、施肥量を減らすようにしてください。

過剰なリン酸、カリの年次変化



リン酸、カリの減肥について

(Dr.大地 (長野県施肥診断支援) マニュアルより)

土壌診断からのリン酸の減肥

- 減肥の開始 = 40mg 減肥率100 %とする分析値150mg (高すぎるの1.5倍)
- 分析値 < 40 ⇒ 減肥率 = 0 %
- $40 \leq \text{分析値} < 150 \Rightarrow \text{減肥率} = (\text{分析値} - 40) / (150 - 40) \times 100 \%$
- 分析値 $\geq 150 \Rightarrow \text{減肥率} = 100 \%$
- 例:分析値が100mg/100gの場合
 $(100 - 40) / (150 - 40) \times 100 = 55\%$ の減肥となる

	リンゴ	ブドウ	ナシ	モモ
減肥の開始	30	60	30	30
減肥率100%の値	90	150	90	90

土壌診断からのカリの減肥

- カリ飽和度5 %未満 ⇒ 減肥率 = 0 %
- カリ飽和度5 以上~15 %未満 ⇒ 減肥率 = $(8 \times \text{カリ飽和度} - 20) \%$
- カリ飽和度15 %以上 ⇒ 減肥率 = 100 %
- 例:カリ飽和度が7%の場合
 $8 \times 7 - 20 = 36\%$ の減肥となる

[分 類] 普及技術

[成果名] 土壌中の可給態リン酸が 50mg/100g より多いりんご樹園地では、一時的にリン酸施肥を中断できる

[要 約] 土壌中の可給態リン酸が 50mg/100g より多いりんご樹園地では、3～6 年間リン酸肥料を無施肥としても樹体生育、果実収量および樹体のリン酸吸収量に影響はみられない。リン酸の施肥再開は土壌の分析値により判断する。

[担 当] 果樹試験場環境部

[部 会] 土壌肥料部会、果樹部会

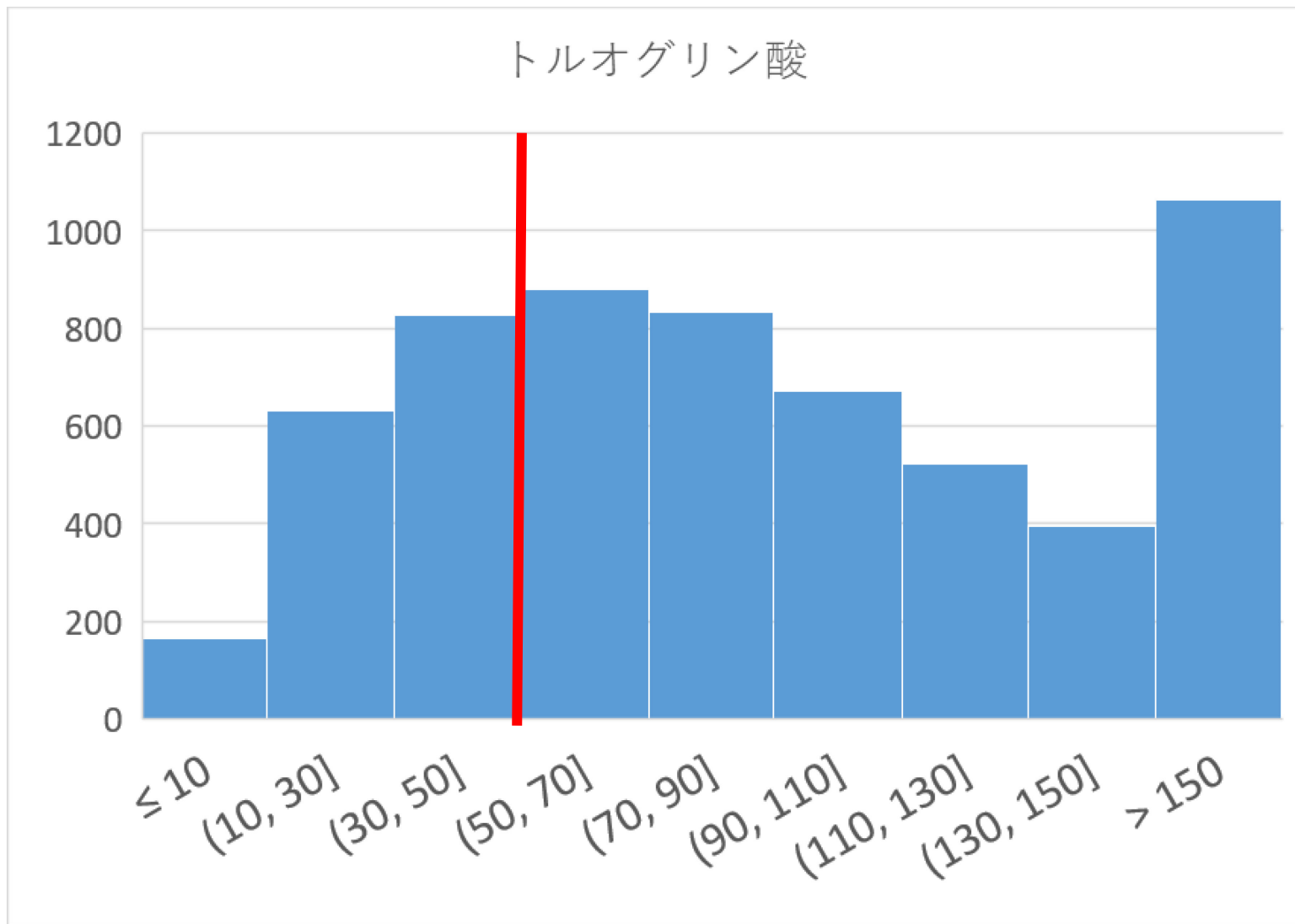
1 背景・ねらい

近年、リン酸等の養分が過剰に蓄積している果樹園が増加している。これは土壌診断を実施せずに土壌改良資材や肥料の施用を続けたことや、有機物の連用が原因と考えられる。環境負荷を軽減するためにも、養分が過剰に蓄積したほ場では、該当する成分を減肥または無施用とすることが推奨されているが、こうした場合の果樹の生育や収量を追跡した事例は乏しい。そこで、土壌中の可給態リン酸濃度が異なるりんご園において、リン酸の施肥試験を行い、土壌中の可給態リン酸濃度の動向と、りんご樹の生育、収量等を調査した。その結果、一時的にリン酸施肥を中断できる土壌中の可給態リン酸濃度が明らかとなったため、普及技術として公表する。

2 成果の内容・特徴

- (1) 可給態リン酸が 50mg/100g より多いりんご樹園地では、3～6 年間リン酸肥料を無施肥としても樹体生育や果実収量に影響はみられない。可給態リン酸が 150mg/100g 程度りんご園では 6 年間、50mg/100g 程度りんご園でも 3 年間はリン酸施肥を中断しても影響がない。
- (2) 可給態リン酸が 150mg/100g 程度りんご園では、リン酸施肥量を年間 0、9、18、36kg/10a としても、樹体のリン酸吸収量は変わらない。
- (3) 可給態リン酸が 150mg/100g 程度りんご園では、リン酸肥料を施用しなくても土壌の可給態リン酸は、少なくとも 6 年程度は不足することはない。

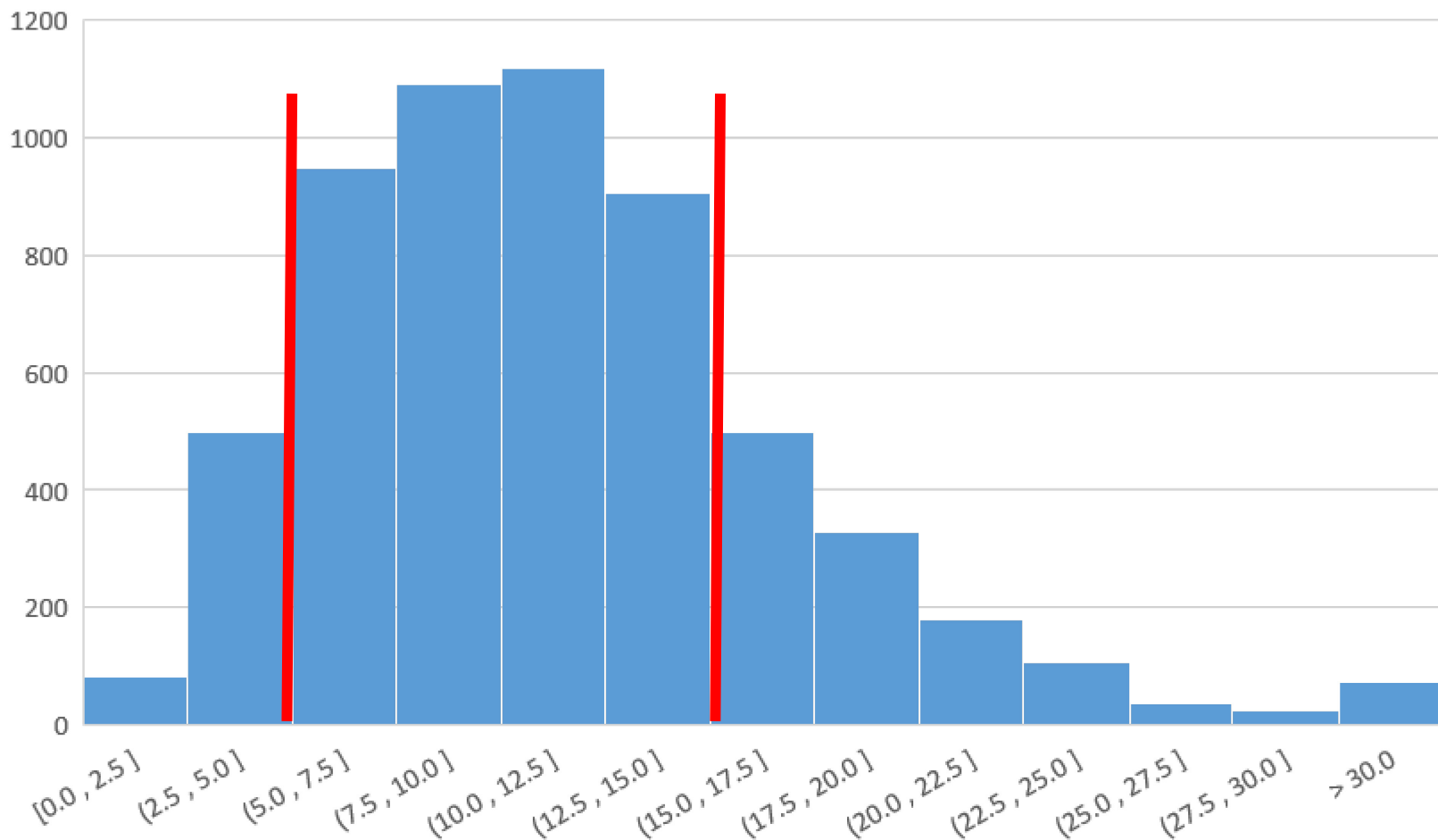
リン酸の度数分布 (長野県内リンゴ:5990点)



73%の圃場でリン酸一時的にりん酸施肥を中断できる

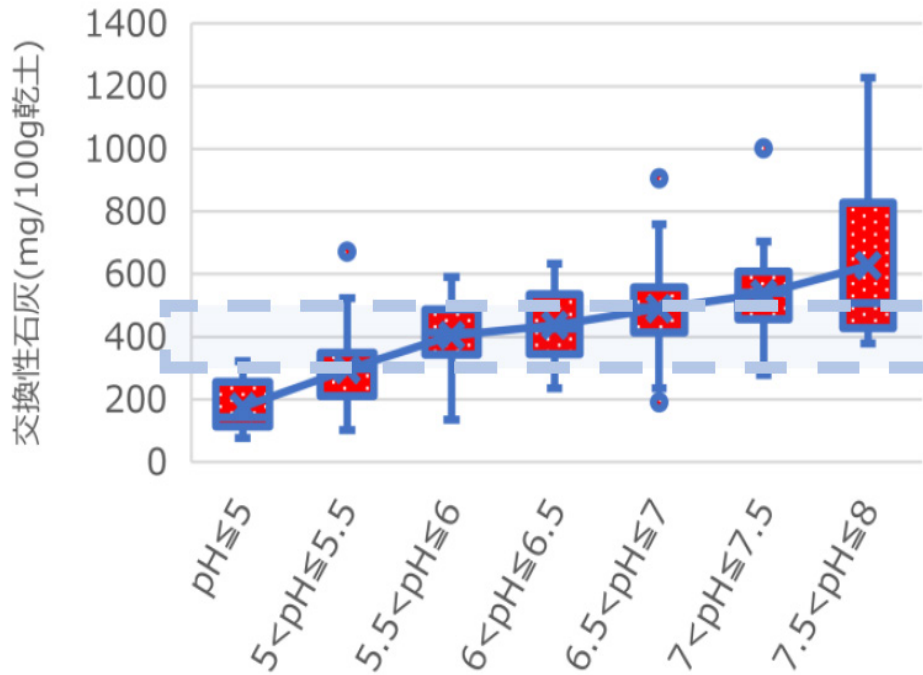
カリ飽和度の度数分布 (長野県内リンゴ:5990点)

カリ飽和度 (%)

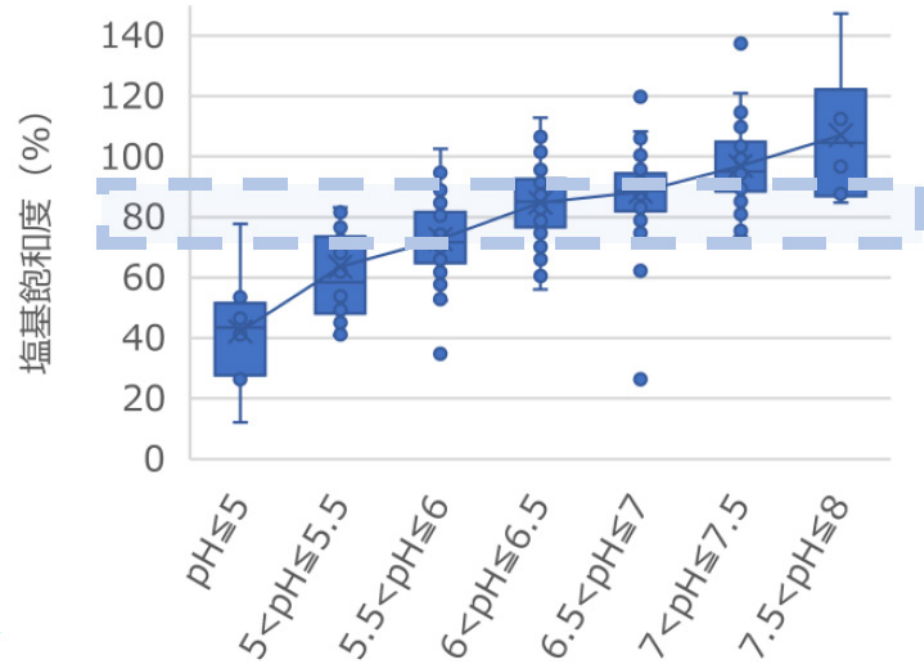


90%の圃場で適正値を超えており、21%の圃場で100%減肥できる

pHからわかる傾向 (果樹園)

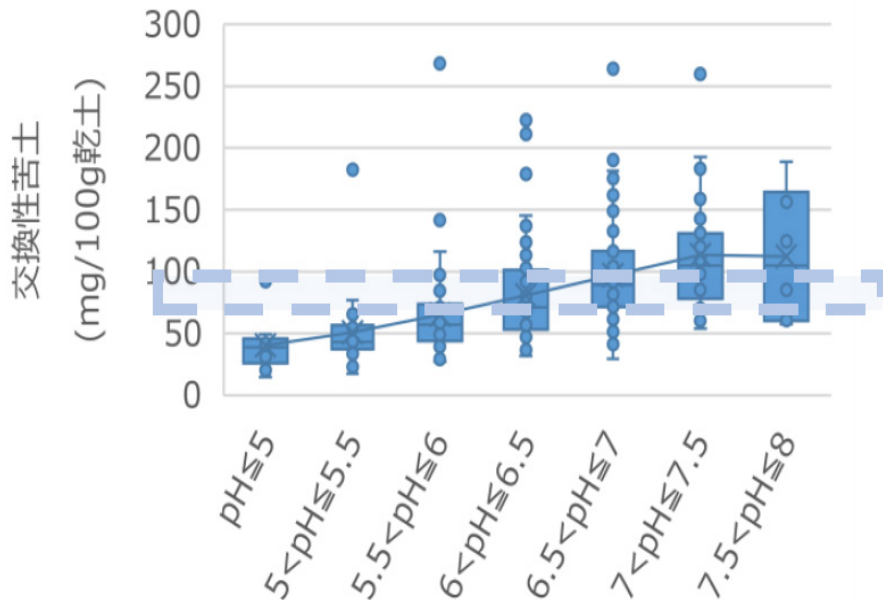


pHと交換性石灰

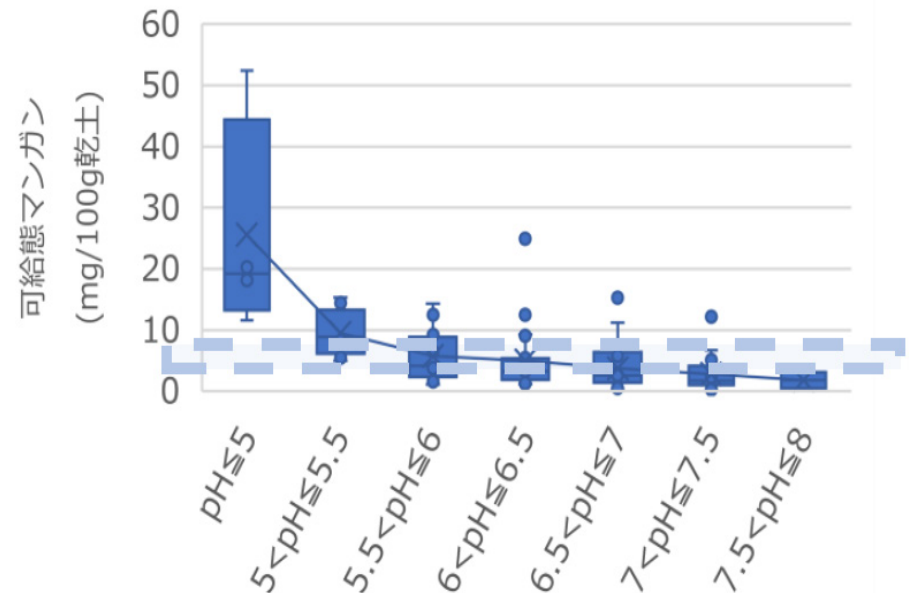


pHと塩基飽和度

pHからわかる傾向（果樹園）



pHと交換性苦土

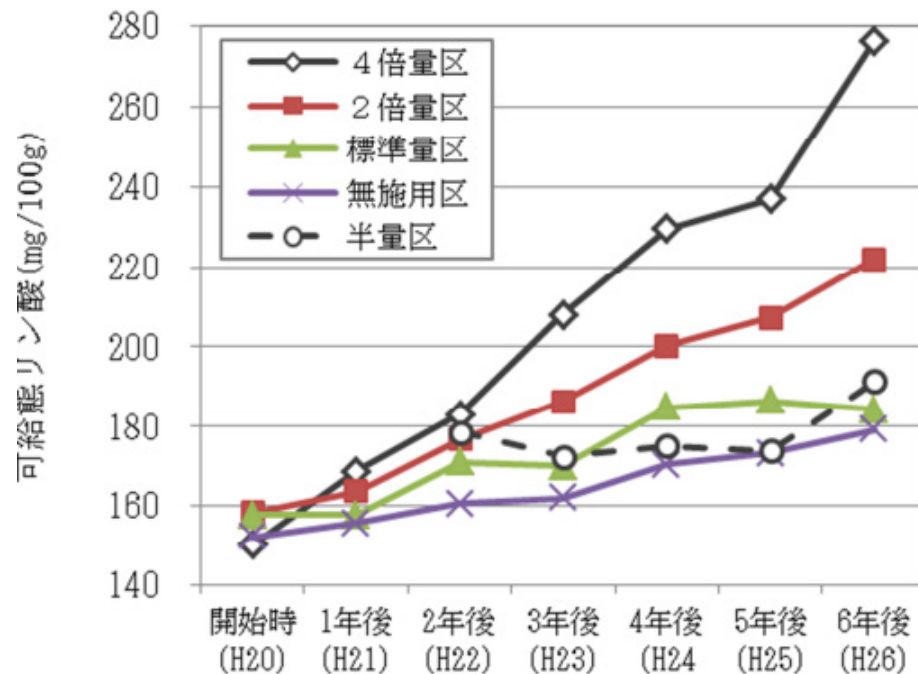


pHと可給態マンガン

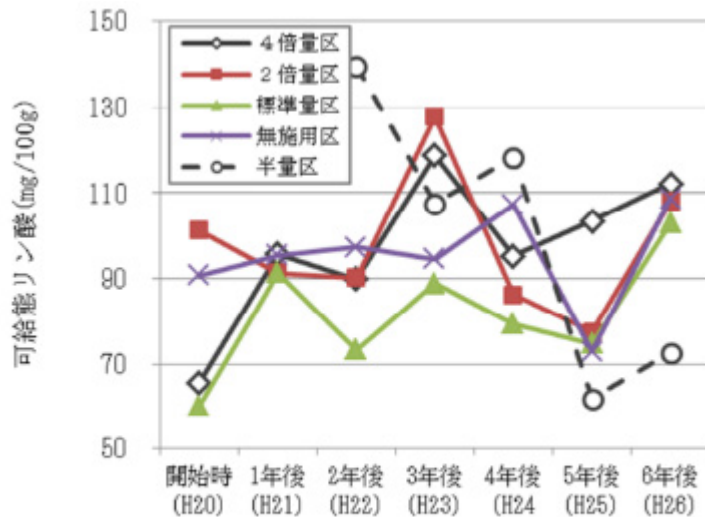
マンガン（適正範囲目安は 4 ~ 8 mg/100g 乾土）は pH が 6 未満になると土壌中の溶解度・可給態量が増加する（pH によって土壌中の溶解性が異なるため）。5.5 未満になると、過剰障害が懸念される。逆に、pH が 7 以上の園地ではマンガンが少なく欠乏障害が懸念される。

土壌の可給態りん酸の推移

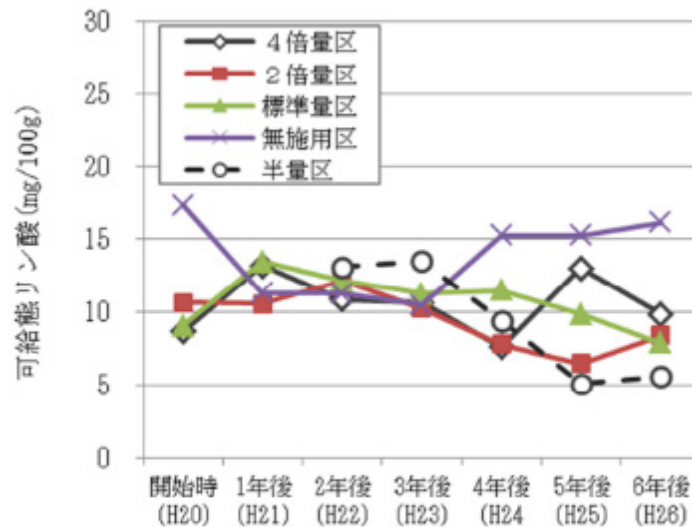
H21~26
長野県果樹試験場



表層 (0~10cm)



次層 (10~20cm)



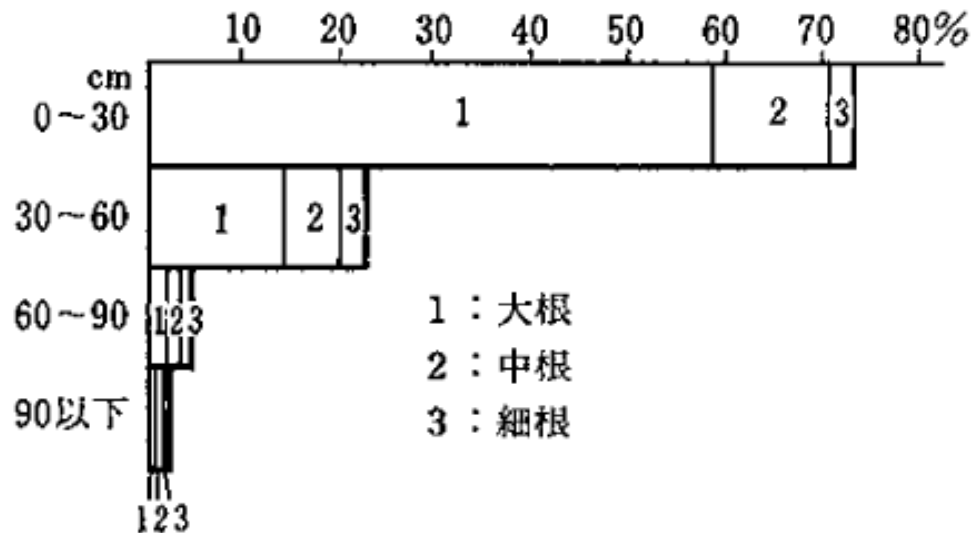
下層 (20~30cm)

表層に施肥された養分は下層に浸透して根から吸収されて利用されているのか？

果樹園の根群の分布（山梨県・沖積土壌・モモ園）

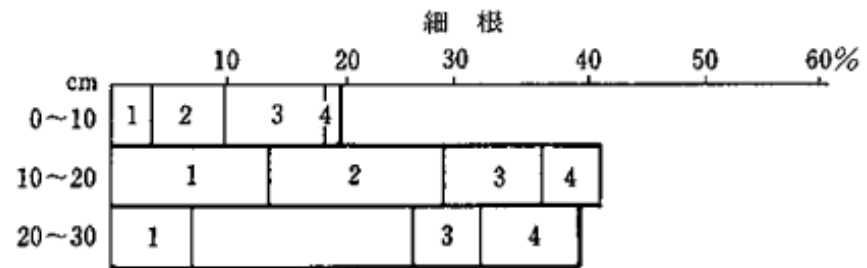
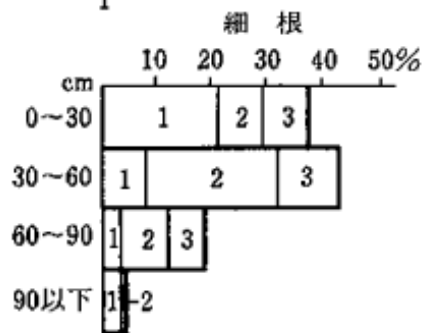
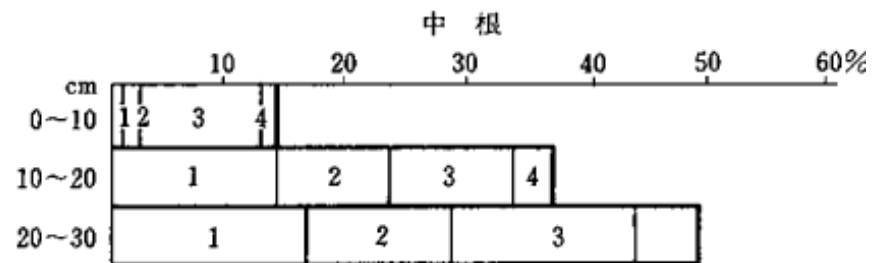
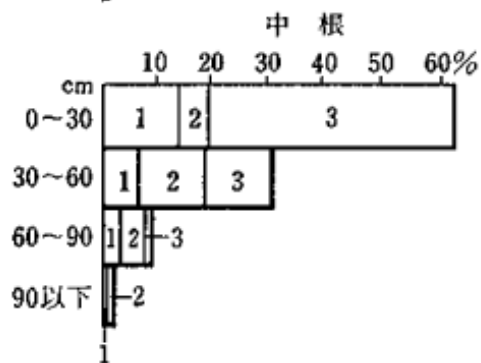
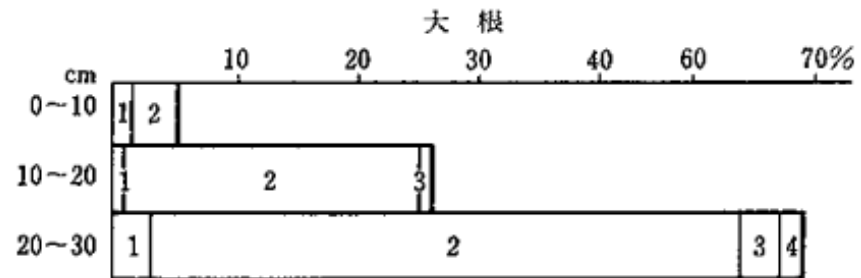
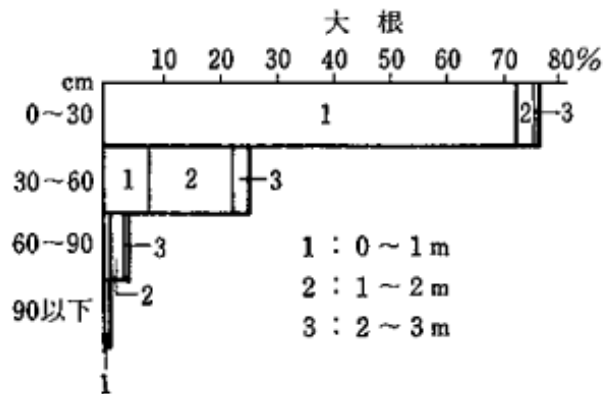
モモの根群全体の分布は、土壌表層の0～30cm層に全体の70%以上が存在し、30～60cm層に5%弱、90cm以下の層に約1%存在している。

表層に分布する根の大部分は大根や中根で、細根は地表の表面近くには特に多くは分布していない。



第1図 根群の分布（罐桃4号）

果樹園の施肥と肥効の現れ方（農業技術体系・果樹編より）



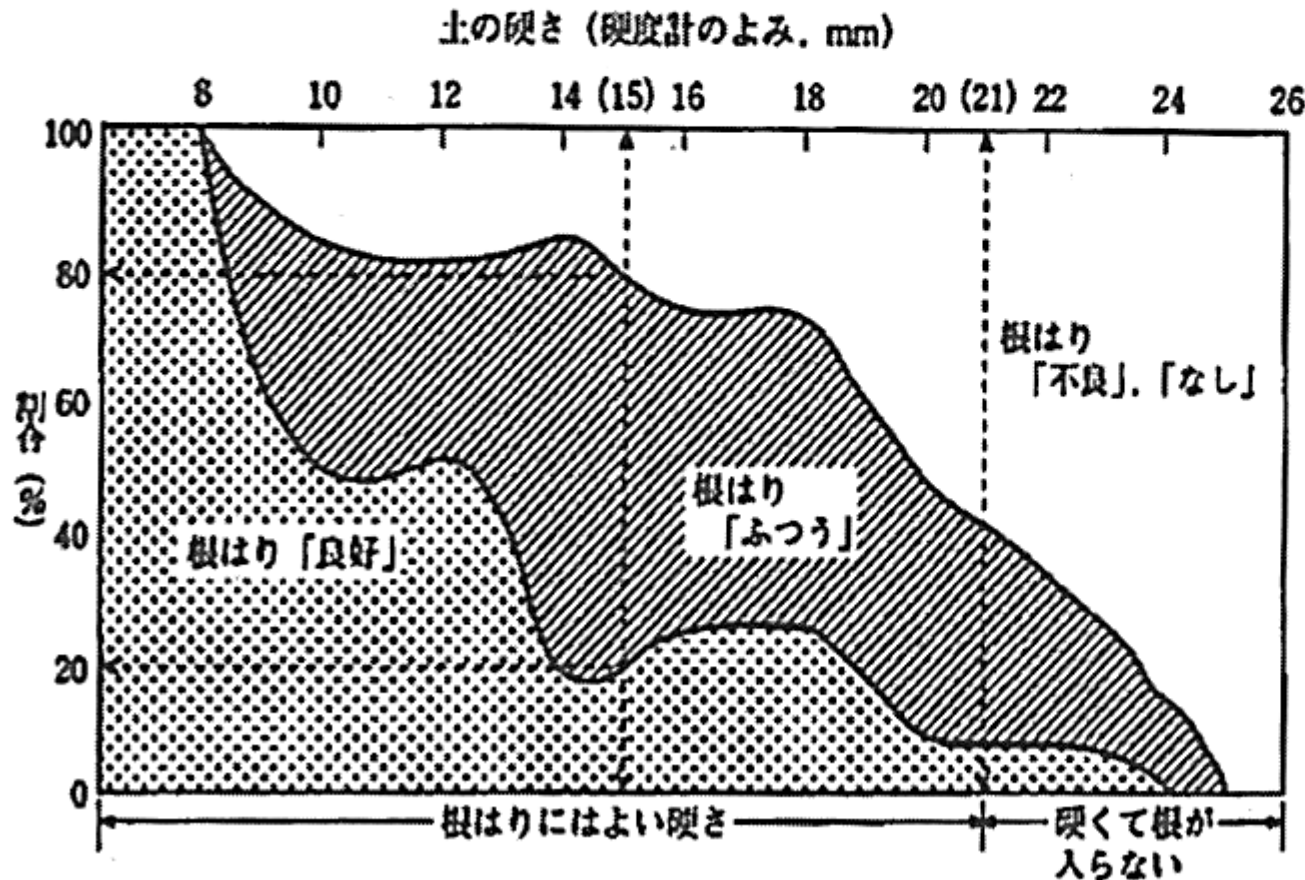
第3図 表層における根群の太さ別分布
(罐桃4号) 2

第2図 太さ別の根群分布(罐桃4号)

表層の根の分布では0~10cmには分布が非常に少なく、吸収するためにはその下層に水分や養分が移行する必要がある

どれくらい硬くなると作物の根張りが悪くなるか

プッシュコーンの測定例(千葉・鎌ヶ谷市なし園)



土壌の硬さ
21mmで「なし」の
根張りが悪くなり、
25mmでほとんど
入らなくなる。

土壌が硬いと肥料養分はどうなるの？

土壌の硬さがプッシュコーンの値で19mmを超えると、下層への養分の動きが悪くなる

(市川なし園土壌調査結果)

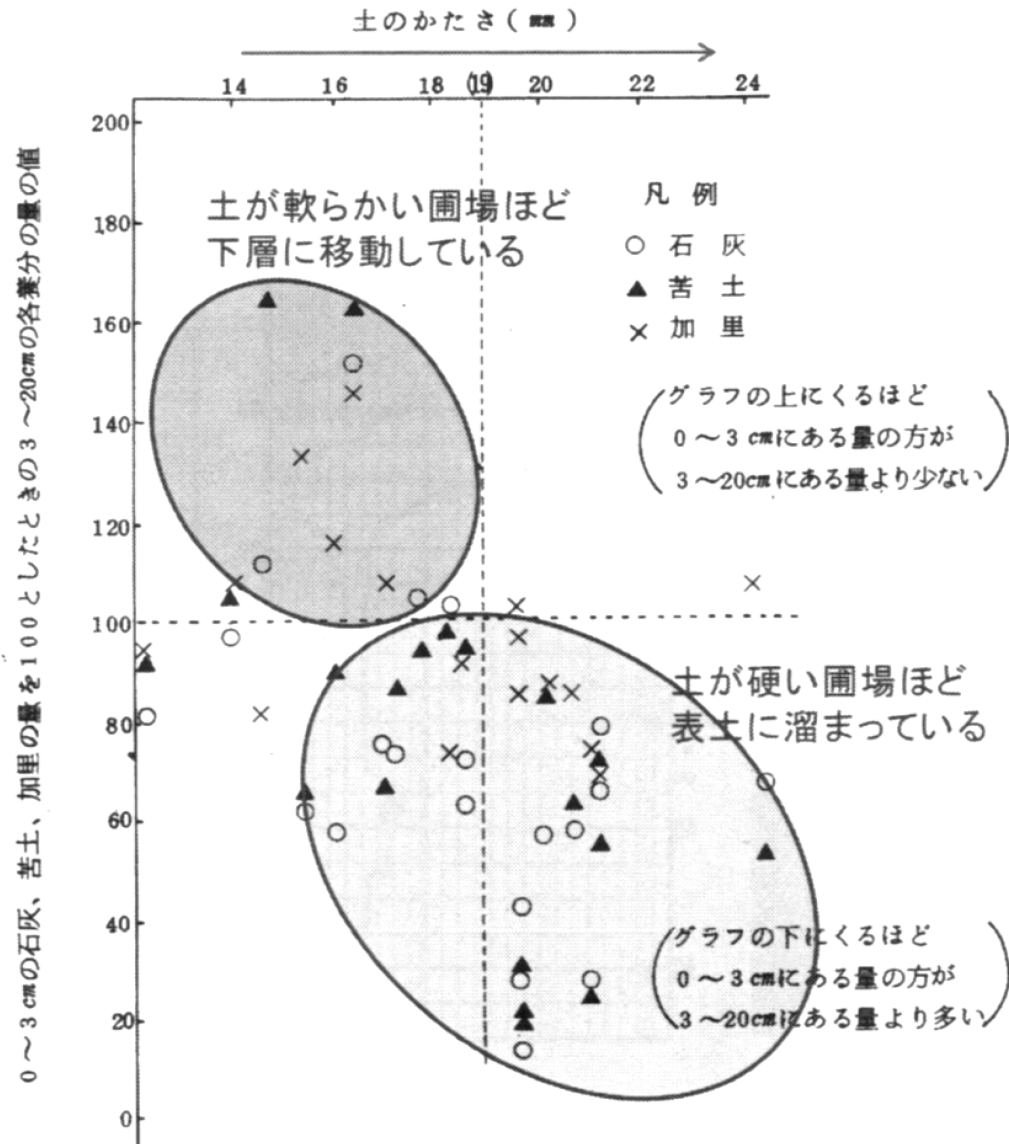
深さ0~3cmおよび3~20cmの土壌を取って、肥料養分含量(石灰、苦土、加里)を調べた



0~3cmの石灰、苦土、加里の量を100としたときの3~20cmの各養分の量の値

→100以下:0~3cmの養分の方が高
(養分が表層に溜まっている)

→100以上:3~20cmの養分の方が高
(養分が下層に移動している)



②表面に施肥した養分は下層に浸透するのか

- 山形県農業総合センター園芸農業研究所のカラム試験
- マルチサポート、苦土石灰を苦土成分で15kg/10a施用
- 降水量（450mm）相当の蒸留水を18週に分割しかん水
- カラム下の浸透水について分析
- マルチサポート
Mg:15% Mn:0.5% B:0.2%

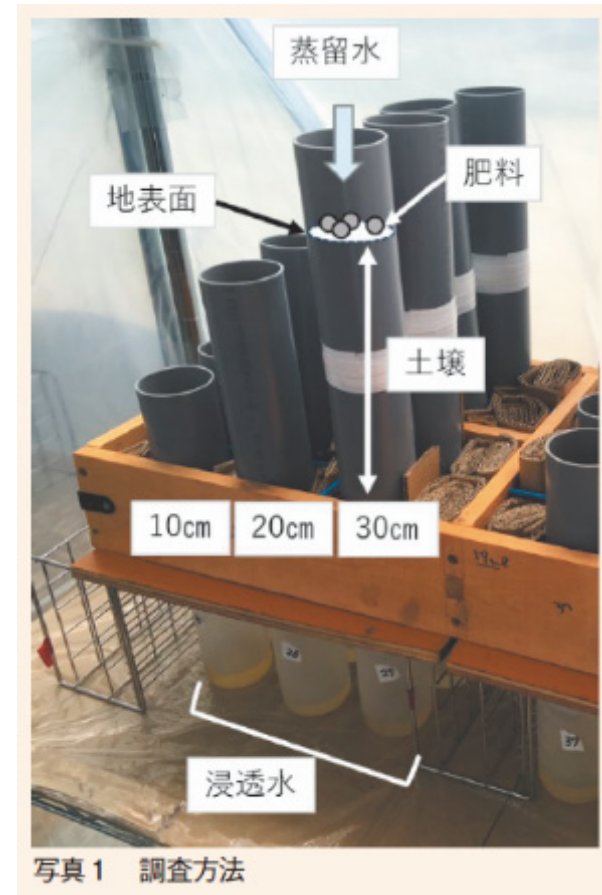


表1 浸透水に含まれる塩基類の浸透量(18週累計)

kg/10 a換算	苦土		石灰		加里	
	マルチサポート	苦土石灰(比較対照)	マルチサポート	苦土石灰(比較対照)	マルチサポート	苦土石灰(比較対照)
表層への施用量	15.0	15.0	0.0	24.3	0.0	0.0
成分量	10cm深	4.8	0.0	14.5	2.5	0.0
	20cm深	5.3	0.3	15.5	0.8	0.3
	30cm深	5.3	0.3	15.0	0.8	2.2

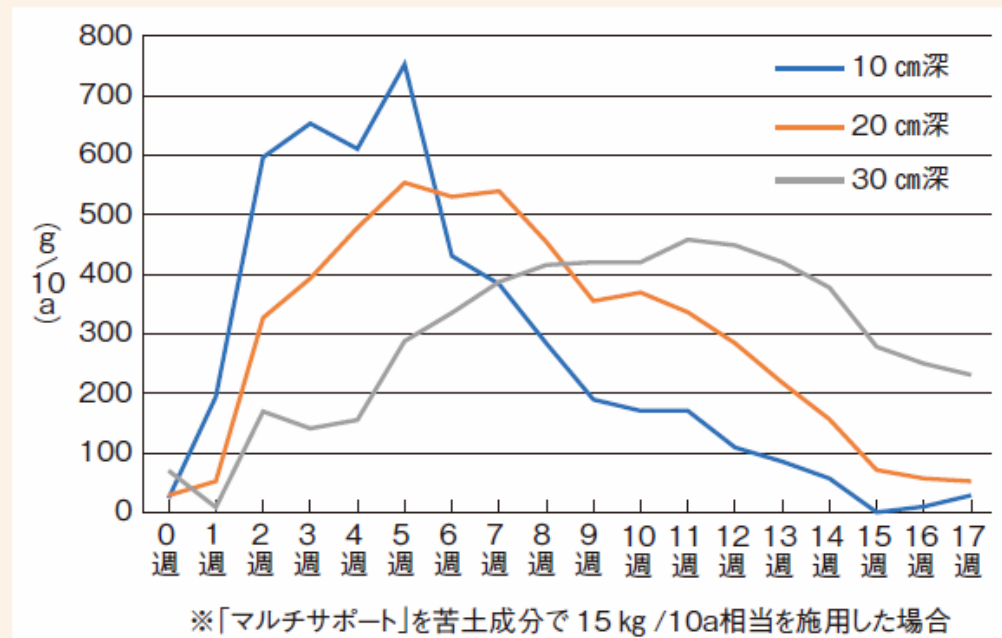
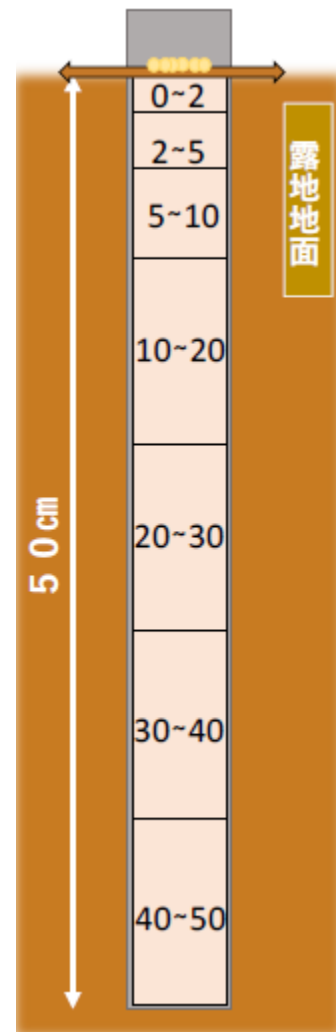


図1 苦土の浸透量(g/10aに換算)

時間の経過とともにマルチサポートでは苦土が浸透し、同時に資材には含まれていない石灰、カリも下層に浸透が見られた。苦土石灰では僅かな浸透だった。

表面に施肥した養分は下層に浸透するのか

- 山形県農業総合センター園芸農業研究所のカラム試験
- 内径5.5cmの塩ビパイプのカラムによる自然条件での試験
2022年8月16日～23年9月20日
その間の降水量 1302mm
- 使用資材
硫酸マグネシウム（マルチサポート1号）
石膏（畑のカルシウム）
苦土石灰



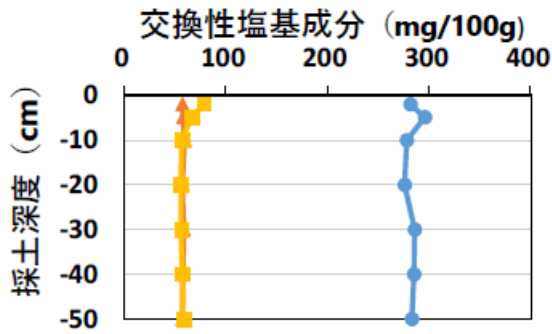
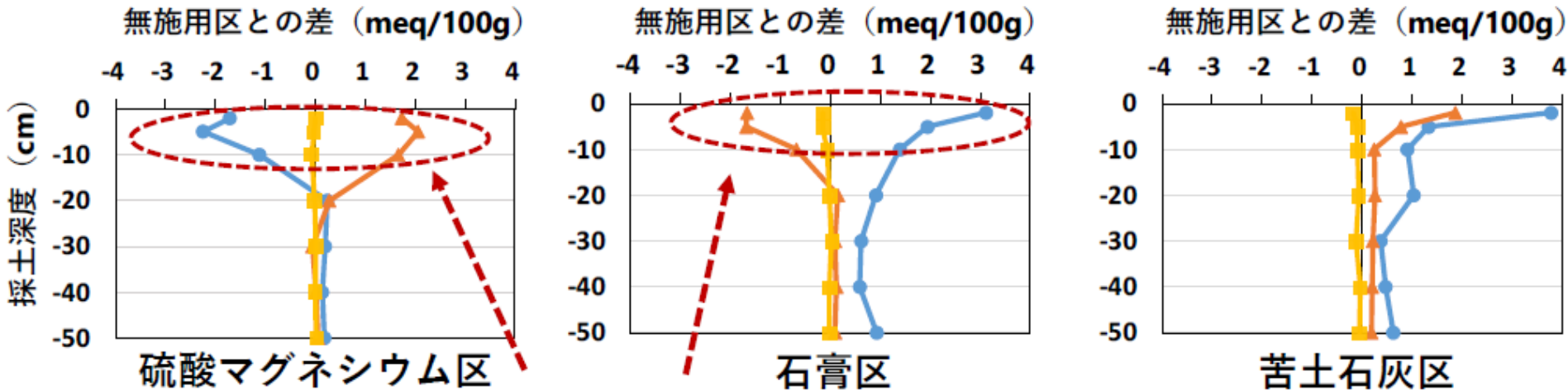


図3 無施用区における採土深別交換性塩基



苦土石灰と比較して、硫酸マグネシウム肥料と石膏肥料では、pHの変動が少なく、土壌の上層にある石灰や苦土成分のほぼ同等量 (meq換算) が交換され、下層 (10cm以深) に浸透し、両肥料の特徴が示された。



ほぼ同等量が交換

図4 各資材における採土深別の交換性塩基の増減 (無施用区差し引き)

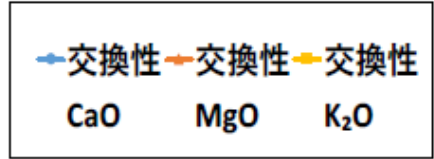


表2 各資材における交換性CaOと交換性MgOの飽和度及び塩基飽和度

(%)

採土深 (cm)	無施用区			硫酸マグネシウム区			石膏区			苦土石灰区		
	CaO	MgO	塩基飽和度	CaO	MgO	塩基飽和度	CaO	MgO	塩基飽和度	CaO	MgO	塩基飽和度
0~2	58.8	16.6	85.1	48.8	26.8	85.3	77.0	6.8	92.6	81.0	27.6	117.3
2~5	61.7	16.9	86.9	48.6	29.0	85.6	73.1	7.0	87.4	69.6	21.5	98.8
5~10	58.1	17.3	82.4	51.6	27.0	85.1	66.2	13.2	86.0	63.4	18.7	88.7
10~20	57.6	16.6	81.2	59.0	18.3	84.1	62.9	17.4	87.2	63.7	18.2	88.4
20~30	59.7	17.0	83.7	60.9	16.7	84.6	63.3	17.5	87.9	61.9	18.3	86.5
30~40	59.5	16.8	83.4	60.3	16.9	84.2	63.0	17.5	87.5	62.3	18.1	87.2
40~50	59.1	16.7	83.0	60.1	17.0	84.5	64.4	17.3	88.7	62.7	17.9	87.5

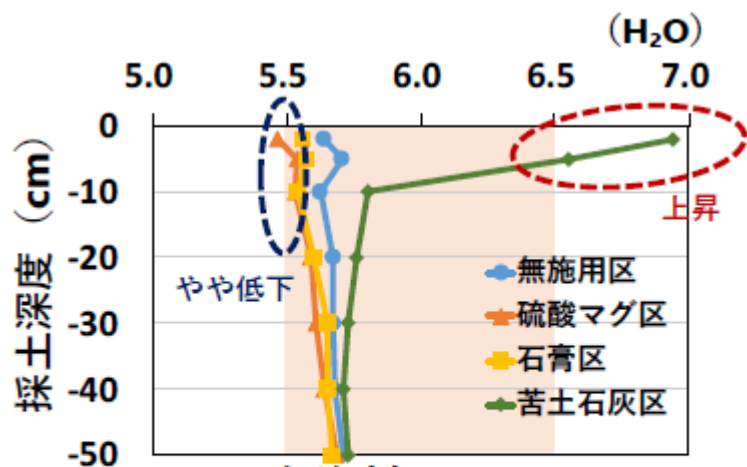
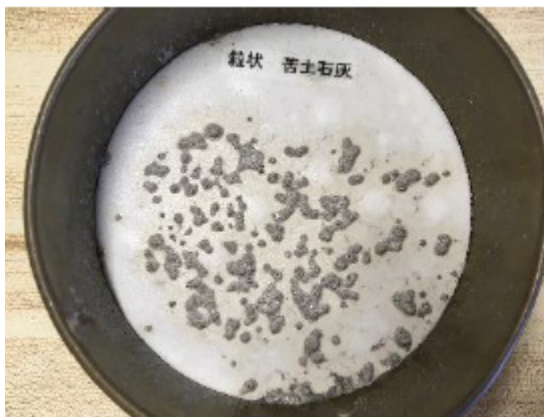


図5 各資材における
採土深別土壤pH

：山形県主要果樹の適正pH

肥料の形態と溶け方の差



2020年8月7日～10日自然降雨下に置いた結果

長野県・上伊那農業高校での試験



上伊那農業高校果樹班・信州土壌医の会・小野田化学

この試験は、昨年度の関東農政局主催の「みどり戦略学生チャレンジ」に「土遁プロジェクト～持続的な果樹栽培を目指して」として高校が応募され、準グランプリを受賞しました。信州土壤医の会も協力させていただきました。



みどり戦略学生チャレンジ

NIPPON FOOD SHIP 1



土遁プロジェクト～持続的な果樹栽培を目指して～



長野県上伊那農業高等学校 果樹班

★取組の背景★

私たちは持続的な果樹栽培を目指し「果樹DGC」を日々意識しながら取り組んでいます。の中で私たちが注目したのが土壌です。野菜や作物、果樹など農業生産の根幹となる大切な「土」。大切であると分かっているがなかなか調べたり研究することによって一歩踏み出せずにいました。しかし肥料代の高騰や「みどりの食料システム戦略」で掲げられているように、化学肥料の低減を目標とすることが求められています。そこで私たちは自分たちの知識や経験だけでは目指すべく農業は実現できないと気づき、土のプロフェッショナル・肥料メーカー・地元果樹農家・農業農村支援センター・地元小学生など様々な方たちと繋がりが協働することでこの「土遁プロジェクト」を開始したのです。

★取組内容＆結果★

全てはおいしい果物のために!!



STEPその1 土を掘り・土に触り・土を知る

私たちは今年から開始したリンゴ高密度植栽地の土壌の様子を調べるために、土壌硬度を調べることにしました。果樹根の力を合わせ延べ12カ所、縦横深さ1mの巨大な穴を掘り土壌硬度を分析しました。

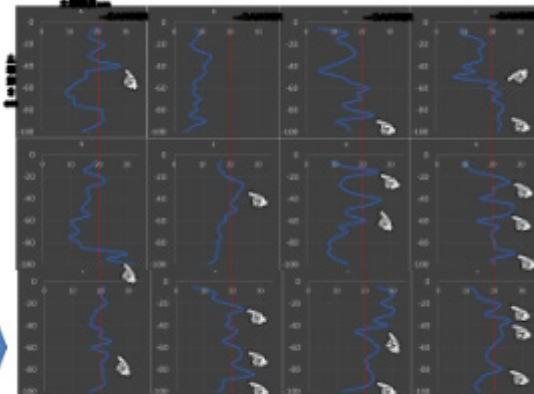


全員で力を合わせて穴を掘りました。

土壌硬度を調べる
の教アイテム
山中式土壌硬度計!

A	D	G	J
B	E	H	K
C	F	I	L

12カ所等間隔で調査



これが土壌硬度(土の硬さ)の結果でござる。12カ所ほとんど全てで硬盤(3)が見られた。これではリンゴが根を張るのは難しいでござる。

STEPその2 土の神様と肥料メーカー様とタッグを結ぶ

土壌のことを深く知るために「信州土壤医の会」会長にご協力を仰ぎ土の学習会を実施しました。さらに、肥料メーカーである「小野田化学工業株式会社」様の協力の下、「下層土まで肥効が届くか」研究がスタートしました。



深くなればなるほど肥料成分が少なくなることが分かったわよ。

STEPその3 汚泥の活用

し尿処理施設「伊那中央衛生センター」でし尿処理し肥料化したものを活用することに決めました。これにより肥料代の節約、地域で排出される「し尿」を地域の果物に還元することで循環型農業へ繋がります。

STEPその4 地域の子供たちへ土の学習会

地域の子供たちを対象に土の学習会を実施しました。普段目にする事ができない地層の中に興味津々で土のスケッチをしていました。穴の中に入って熱心に観察をしました。

STEPその5 剪定枝の有効活用～バイオ炭製造～

樹園地から炭素固定化を目指すべく剪定枝を専用の炭化器を使用してバイオ炭を作製しました。できた炭は畑に戻し土壌改良材や炭素の固定を期待されています。



農林水産省

試験方法

リンゴ園は2023年新植、
ブドウ園は定植後10年程度の園で実施

- マルチサポート施用

40kg/10a、100kg/10a、2連

W-Mg15%→各6・15kg/10a施用

ブドウ園 2022年11月11日 2024年6月11日

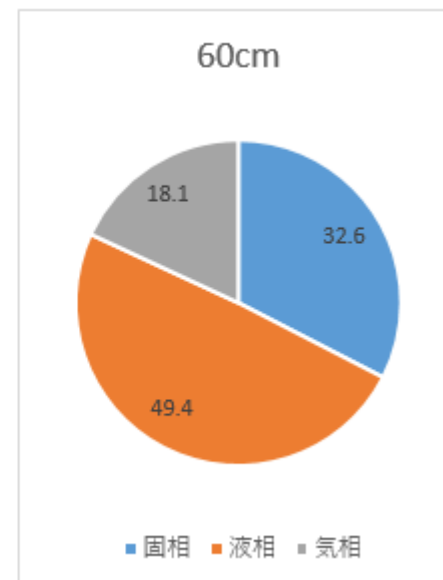
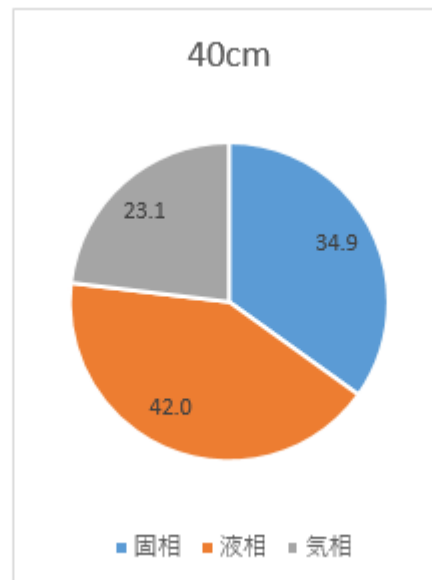
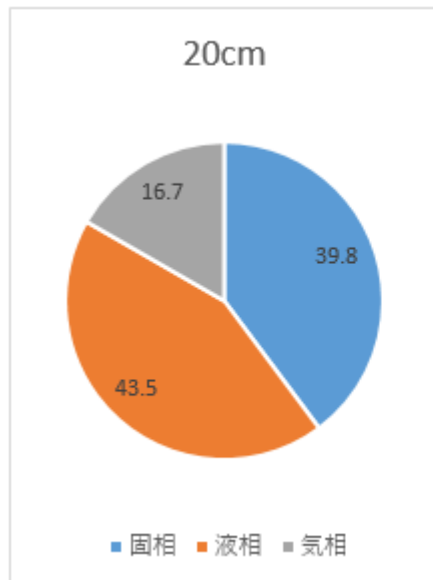
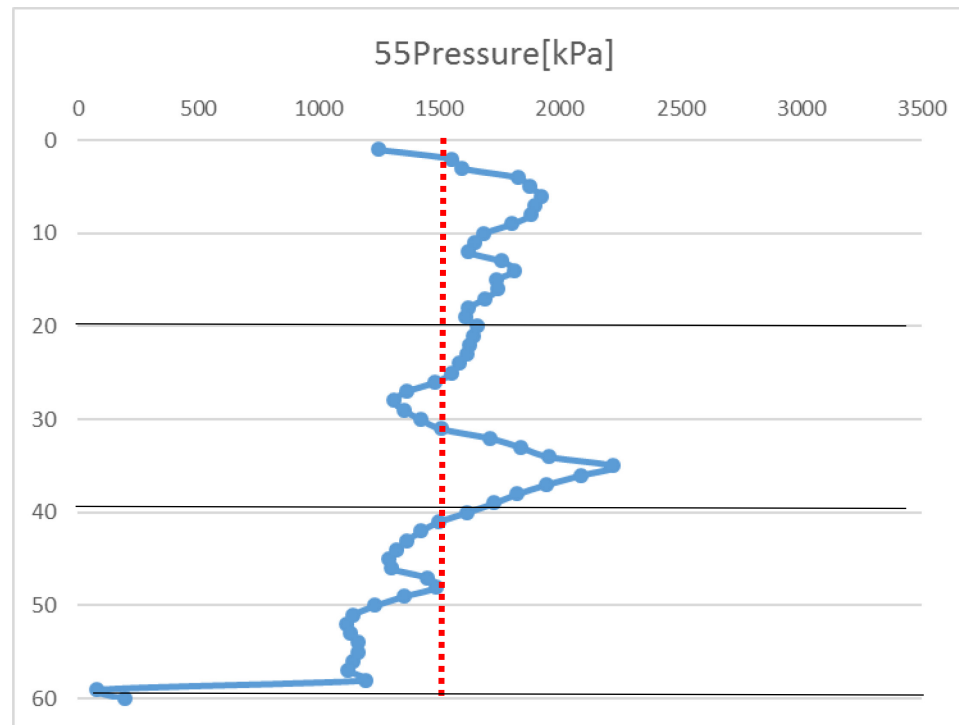
リンゴ園 2023年5月29日 2024年6月11日

- 採土 2023年6月28日、11月15日

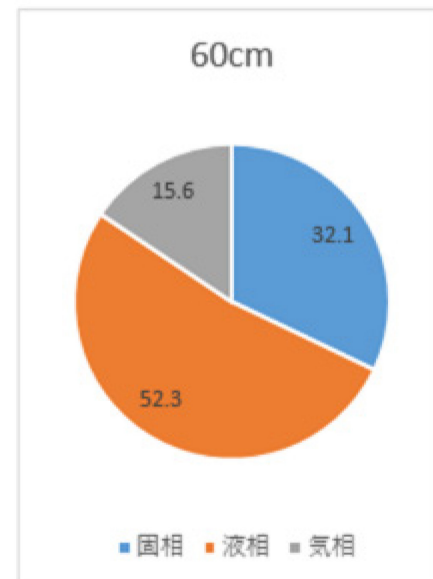
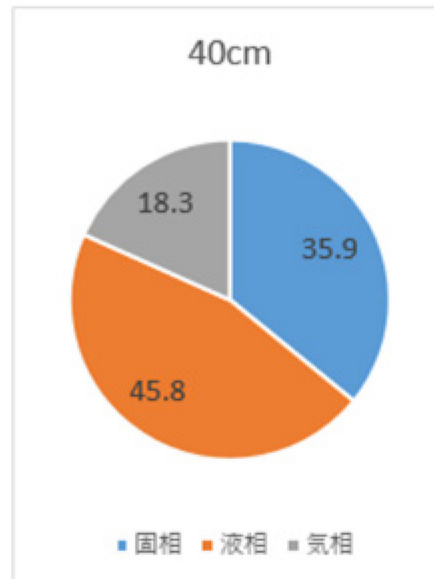
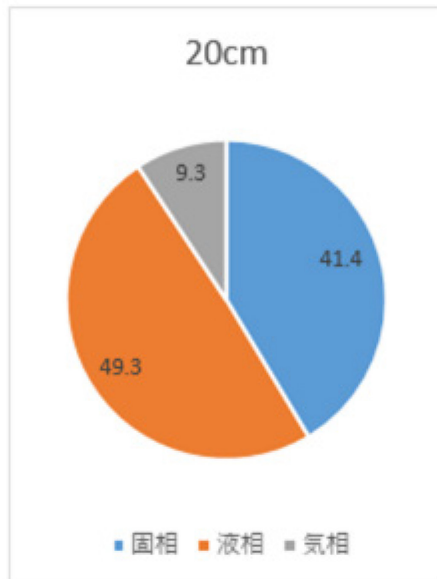
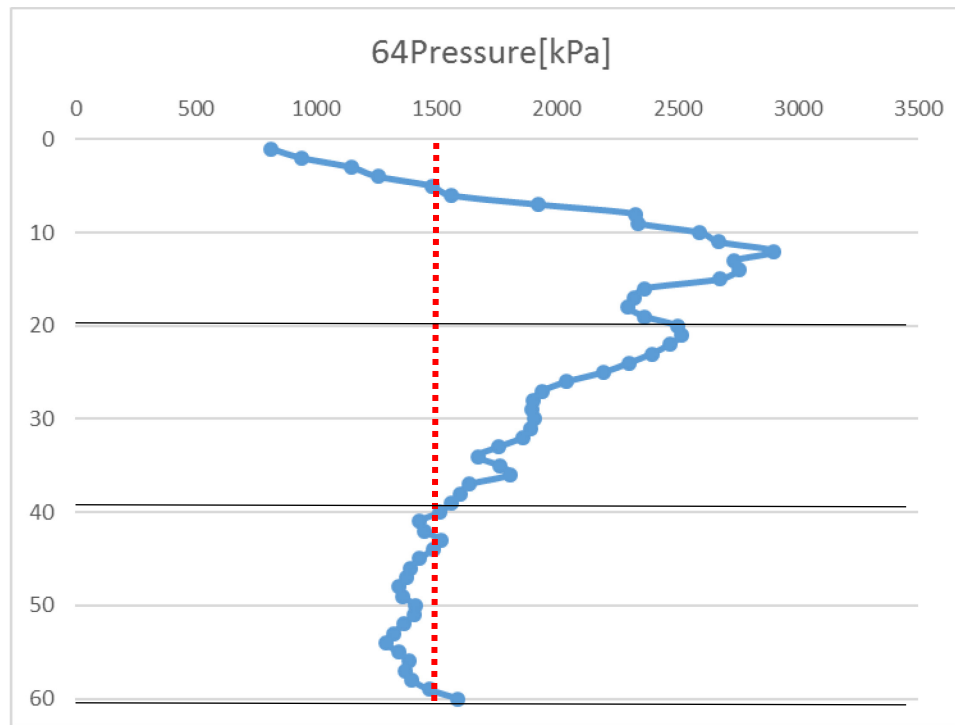
2024年7月2日、11月19日（分析途中）

- アグリエール長野（全農長野）で土壌分析

ブドウ園



ブドウ園



供試土壌（黒ボク土）

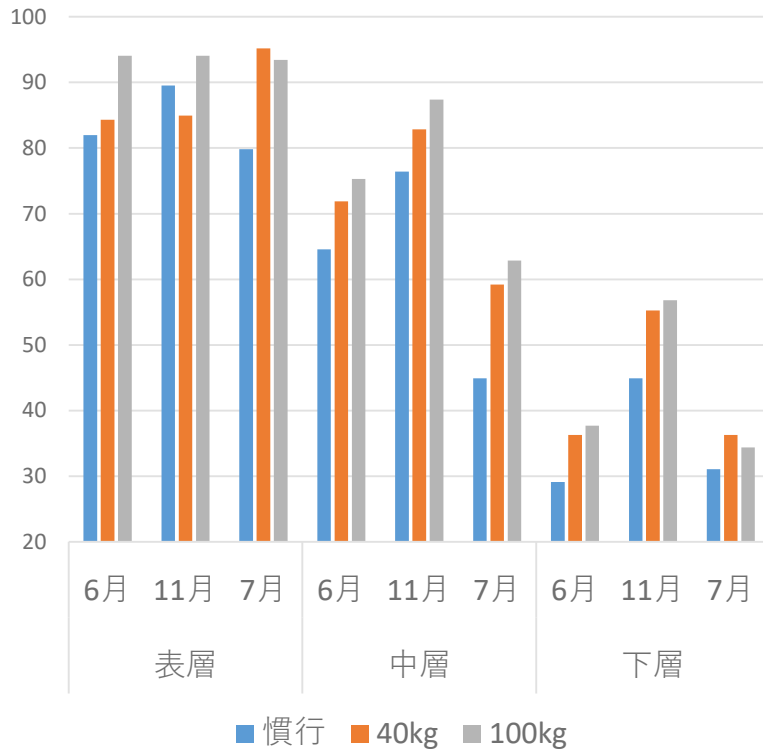
表層0~20cm 中層20~40cm 下層40~60cm

りんご	pH [-]	CEC [meq]	CaO	MgO	K ₂ O	塩基飽和度 [%]
	水		[mg/100g]			
表層	7.2	21.1	453.3	59.9	35.9	94.5
中層	7.1	15.3	193.0	15.7	23.3	53.6
下層	7.2	11.2	165.7	14.4	18.6	62.8

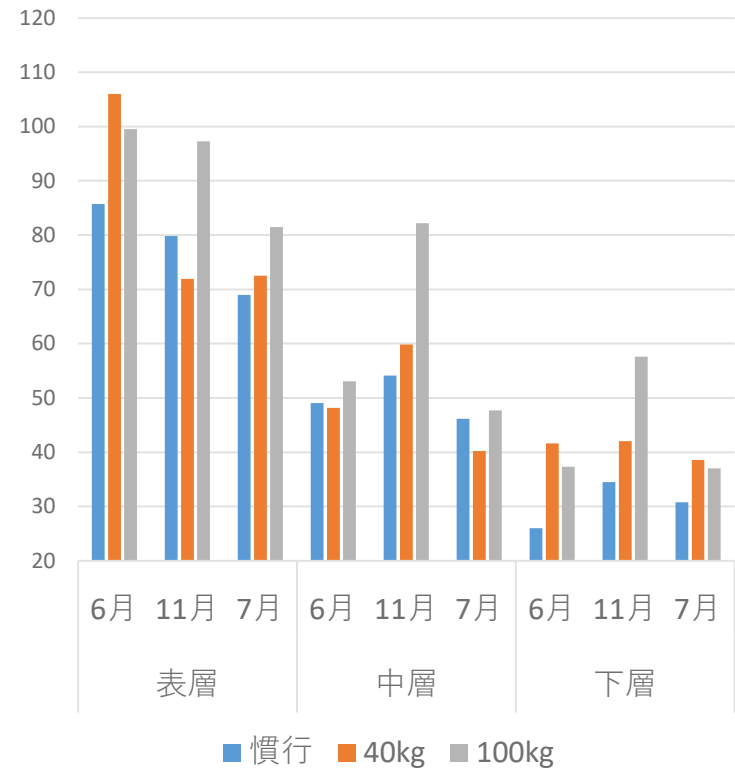
ぶどう	pH [-]	CEC [meq]	CaO	MgO	K ₂ O	塩基飽和度 [%]
	水		[mg/100g]			
表層	6.6	22.1	430.3	78.7	36.2	90.8
中層	6.7	19.2	383.3	68.2	27.7	92.3
下層	6.7	12.5	121.4	36.8	20.8	53.0

苦土 (MgO) の変化

リンゴ



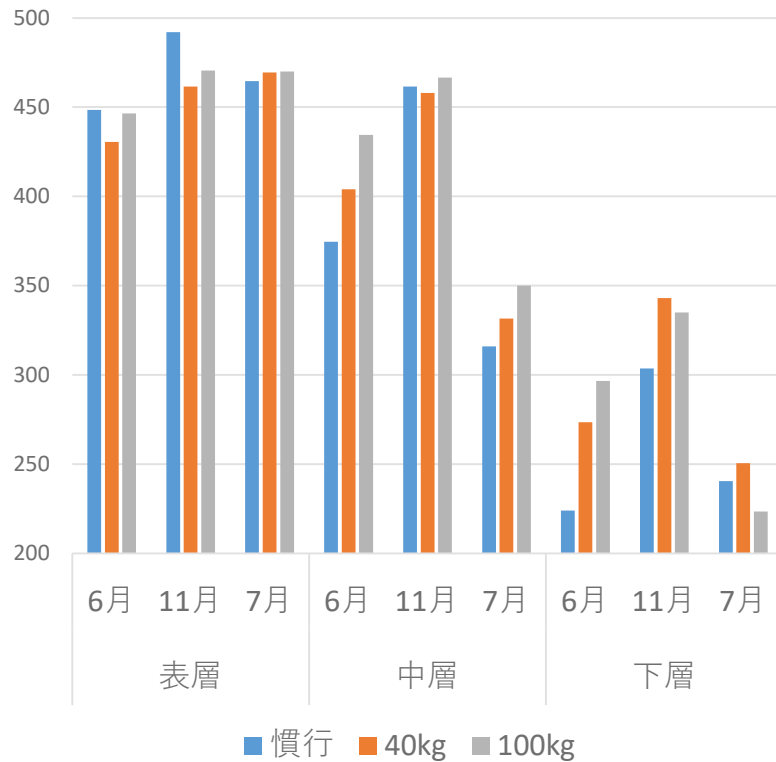
ブドウ



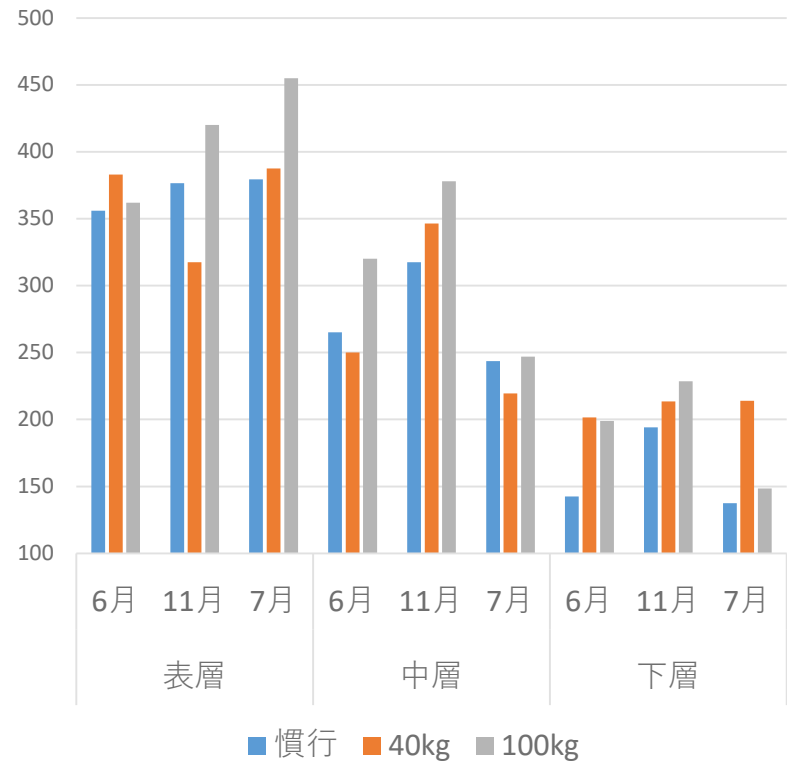
石灰 (CaO) の変化

マルチサポートには含まれていない成分

リンゴ



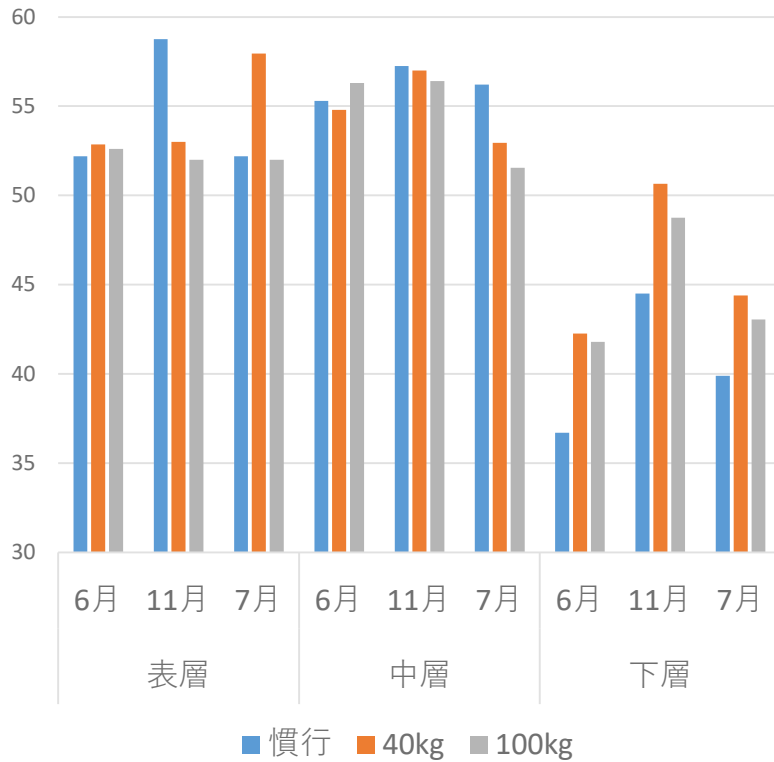
ブドウ



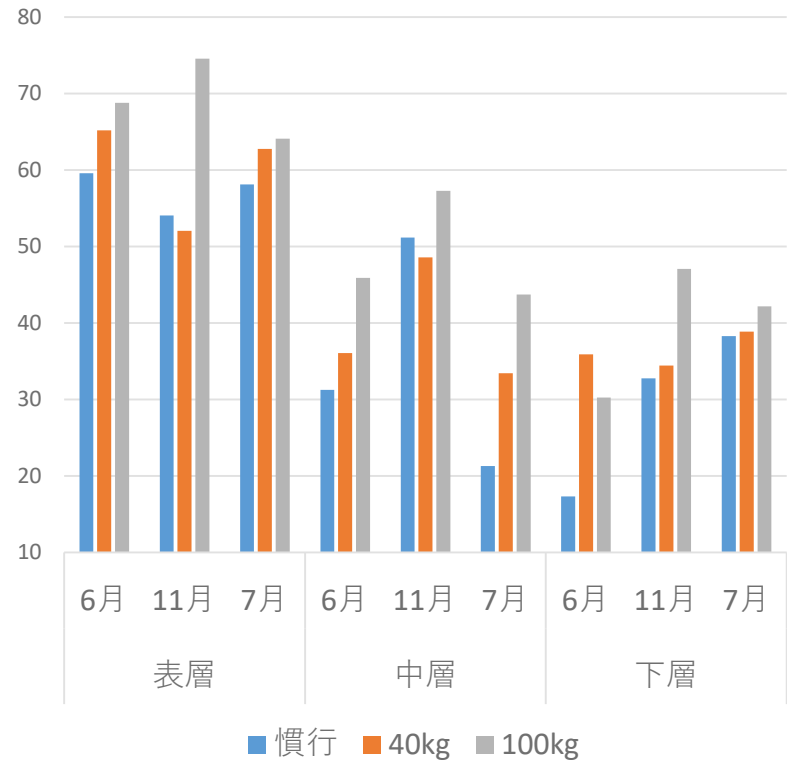
カリ (K₂O) の変化

マルチサポートには含まれていない成分

リンゴ

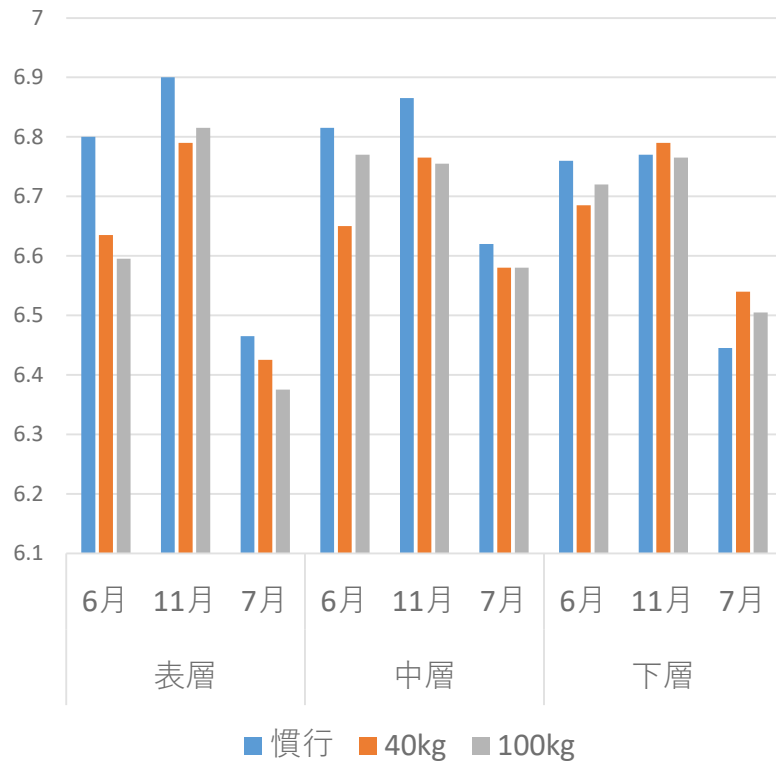


ブドウ

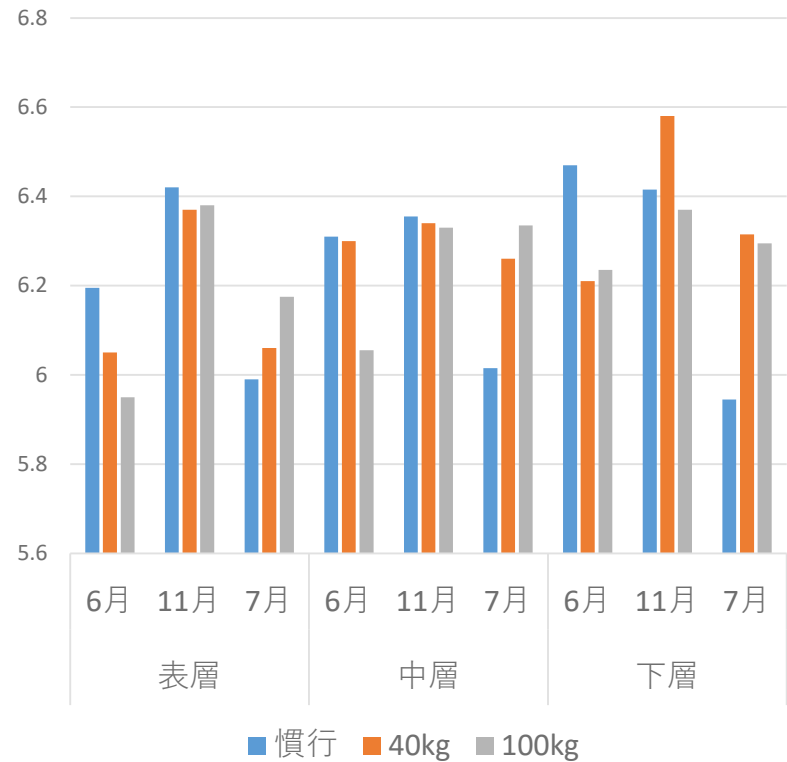


pH (H₂O) の変化

リンゴ



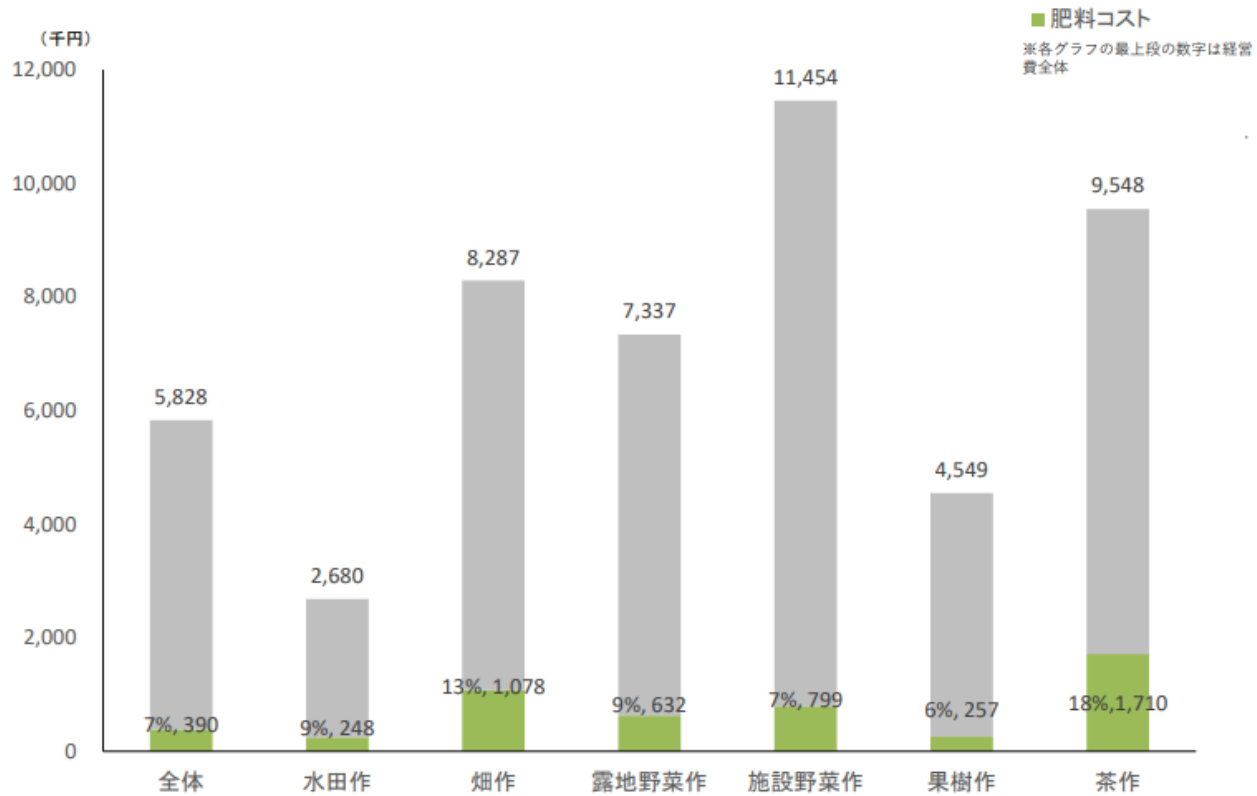
ブドウ



- 山形県園芸農業研究所の実施したカラム試験では苦土石灰と比較してマルチサポートでは苦土成分が下層へ浸透した。
- マルチサポートに含まれていない石灰やカリについても下層への浸透は多くなった。
- pHの上昇は見られなかった
- 上伊那農業高校での現地試験でも同様な傾向が見られ、新植のリンゴ園、比較的古いブドウ園でもその傾向は確かめられた。
- 養分が過剰傾向の果樹園において、苦土、微量元素の供給と共に成分の下層への移行にマルチサポートが利用でき、pHの低下には畑のカルシウムも利用できる可能性が認められた。

果樹の肥料使用量はあまり多くない

経営体当たりの経営費に占める肥料費の割合



資料：農林水産省「令和2年営農類型別経営統計（個人経営体）」を基に作成

農水省「肥料をめぐる情勢」より

肥料としての利点

- 果樹肥料の使用量はかなり減少している
 - 過剰園地では施肥基準の作成に苦慮している
 - 石灰・苦土は必要だがpHが高い傾向の園が多く、アルカリ分が敬遠される。
-
- 矮化園、高密植園での利用
 - 普通樹では過剰傾向の圃場での利用
 - 肥料設計時の隙間を埋めることができる

③果樹園土壌の物理性と果樹の生育、凍害

令和5年度（2023年度） 普及に移す農業技術（第2回）

【分類】 技術情報

【成果名】 りんご「シナノリップ」M.9台木樹の凍害枯死に及ぼす土壌物理性と樹勢の影響

【要約】 りんご「シナノリップ」M.9台木樹の凍害枯死は土壌の固相率が45%以上かつ樹勢が弱い園地が多い。

【担当】 果樹試験場環境部・栽培部、長野農業農村支援センター

【部会】 果樹部会、土壌肥料部会

1 背景・ねらい

本県では、樹体の小型化と低樹高化による省力化、早期多収を目的として、M.9台木を用いたわい化栽培が進められてきた。一方、M.9台木樹は凍害等に伴う枯死樹の発生が、マルバカイドウ台木樹よりも多いとされる。また、「シナノリップ」M.9台木樹は他の品種と比較しても、凍害に伴う枯死樹の発生が多い傾向がみられている。枯死樹の発生に伴う成木率の低下は、減収や植え替え等のコスト増加に直結する大きな課題である。そこで、令和4～5年にかけて「シナノリップ」M.9台木樹の園地を対象に現地調査を行ったところ、凍害枯死率の高い園地では土壌物理性および樹勢に特徴が認められたことから、その結果を公表する。

2 成果の内容・特徴

- (1) 「シナノリップ」M.9台木樹の凍害枯死は土壌の固相率が45%を超えると増加する。固相率が45～50%の園地では樹勢が弱く、側枝先端新梢長が短いほど枯死率が増加する傾向がみられる。固相率が50%を超えると側枝先端新梢長は全般に短く、枯死率も高い。
- (2) 土壌の固相率は100ml採土管で採取した乾土重（容積重）と相関が高く、乾土重を測定することで推定が可能である。100ml容積あたりの乾土重（g/100ml）が117g以上で土壌の固相率が概ね45%以上となり、130gを超えると固相率が50%以上と推定できる。

https://www.agries-nagano.jp/research_result

栽培様式	新わい化栽培	高密植栽培
栽植距離	4m × 1.25~2m 125~200本/10a	3~3.5m × 1m以下 250本以上/10a
目標樹高	2.5~3m	3.5m程度
目標収量	4t/10a程度	5t/10a以上
成園化	定植後5年目	定植後3年目

長野県果樹指導指針



シナノリップ/M. 9 台木樹の凍害と 樹勢及び土壌物理性の関係

・背景

わい化栽培に用いられる、M.9台木樹は普通樹(マルバカイドウ台木)よりも凍害の被害が多いとされる。



写真1 シナノリップ/M.9台木樹の凍害

凍害とは、低温により細胞や組織が凍結することで起きる障害

県内各地で発生

特に令和4年はおおきな被害

開花期～夏期にかけて

不発芽や発育遅延→**枯死**

樹勢及び土壌物理性から凍害発生要因を解析す

1 調査方法等

長野農業農村支援センター・農協 と連携し調査実施（令和4，5年）

（1）調査園地概要等

- ・調査樹 : シナノリップ/M.9（令和4年凍害発生が多かった品種）
- ・調査地域 : 長野市共和園協13園地（令和4年、5年）
および、飯綱町 9園地（令和5年）

（2）調査内容概要

- ・園地毎の凍害枯死率 : 枯死樹数/園地内定植数
- ・園地毎の成木率 : 定植後3年生以上で、樹高がトレリスの最上段に到達し、着果が始まっている樹体を成木とした
- ・園地内の中庸な樹体の樹勢 : ターミナルシュート長(以下TS長)
- ・各園地の土壌三相割合 : 100ml円筒コア採取

シナノリップ (りんご)



着色が良好で食味が良く、早生品種としては日持ち性が良好な品種である。

育成地（長野県須坂市）における成熟期は8月中下旬で、「つがる」に比べ5～10日早い。満開後成熟に要する日数は100～110日程度である。

果実は扁円形で果実重は300g程度である。紫紅色にほぼ全面に着色し、糖度14～15%、酸度0.4%程度で「つがる」より着色良好で濃厚な食味である。

貯蔵性は常温では7日程度、冷蔵では1ヵ月程度である。

《栽培適地・普及状況》

平成30年（2018年）2月品種登録。

既存のりんご栽培地域ならどこでも栽培できます。なお、令和3年3月現在、長野県内に住所を有する者が長野県内においてのみ栽培可能です。

令和元年の長野県における栽培面積は89haです（県園芸畜産課調査）。

2 結果

(1) 凍害枯死率の年次間差

表 1：長野市共和園協シナノリップ/M.9園地における枯死率の比較

地域	園地数	年度	平均枯死率(%)±標準誤差
長野市 (共和園協)	13	令和4年度	11.9 ±3.8
		令和5年度	1.9 ±0.7

13園地における枯死率の平均値は
令和4年度は≒12%、令和5年度は≒2%と大きな差がみられた

(2) 令和3~4年と令和4~5年冬季気温の比較

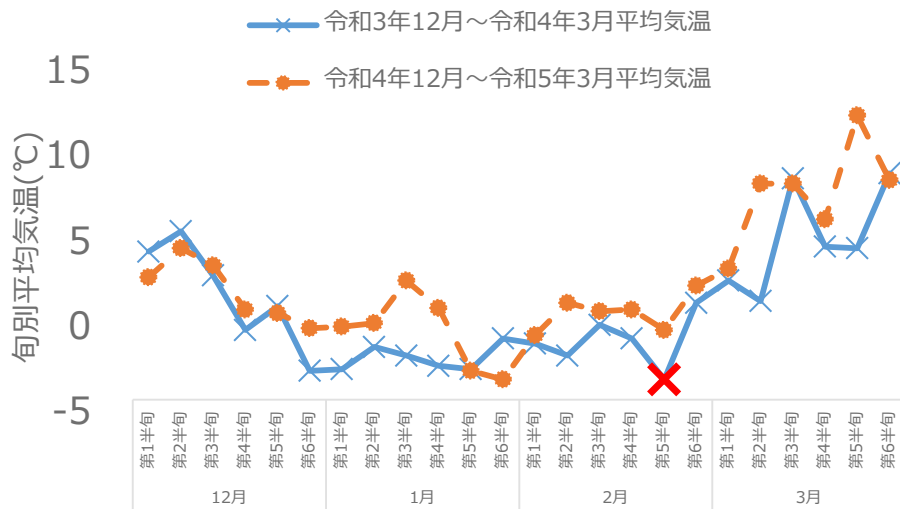


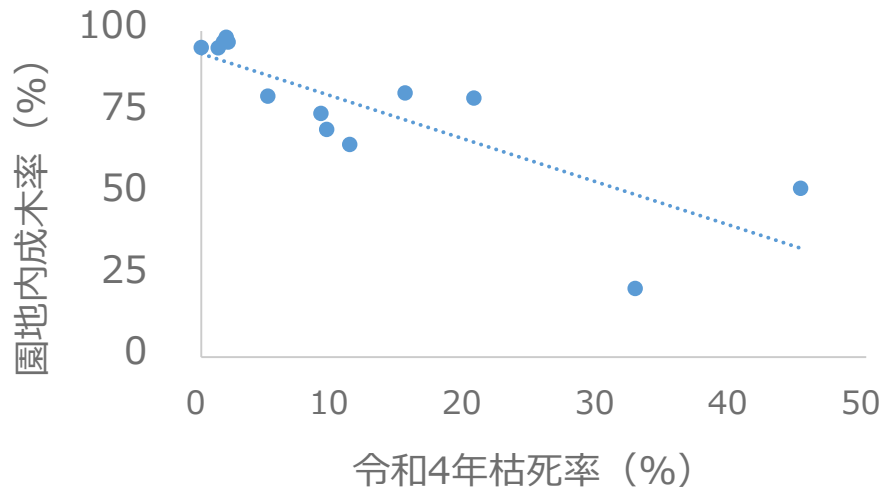
図1 令和3~4年と令和4~5年冬季気温の比較
(アメダス長野地方気象台データより作図)

凍害発生機の機作は気温だけでは説明しきれないものの、

- ・ 令和4~5年冬季は令和3~4年冬季よりも気温高い傾向
- ・ 令和4年2月第5半旬に目立って低温発生

凍害枯死の発生は、気象要因に大きく左右されることが示唆される。

(3) 令和4年の枯死率と園地内成木率(令和5年度)の相関



凍害に伴う単年度枯死率と、園地内の成木率には、負の相関があり、単年度の枯死率が高い園地程、園地内成木率が低くなる傾向がみられた。

そのため、枯死率が高まると、果実生産可能な成木が減ると考えられる。

図2 長野市共和園協地域における令和4年単年度枯死率と園地内成木率(令和5年)の相関

(4) 樹体生育と単年枯死率および園地内成木率の相関

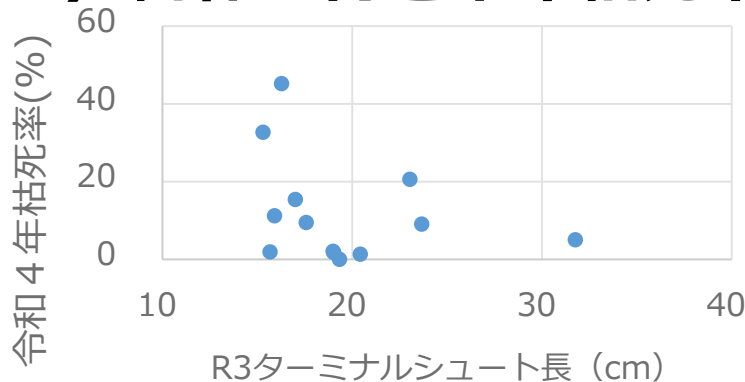


図3 長野市共和園協地域におけるR3TS長と令和4年枯死率の相関

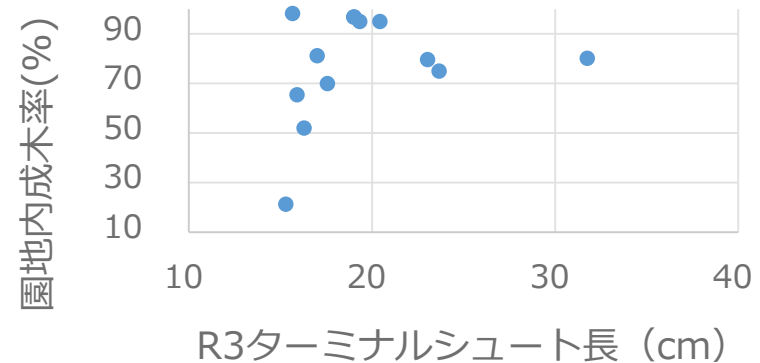
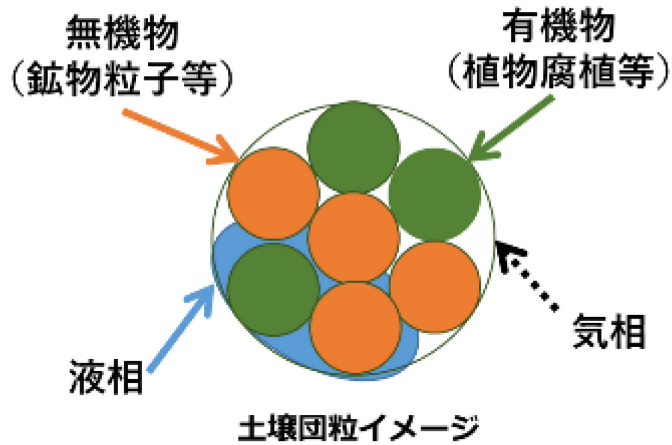


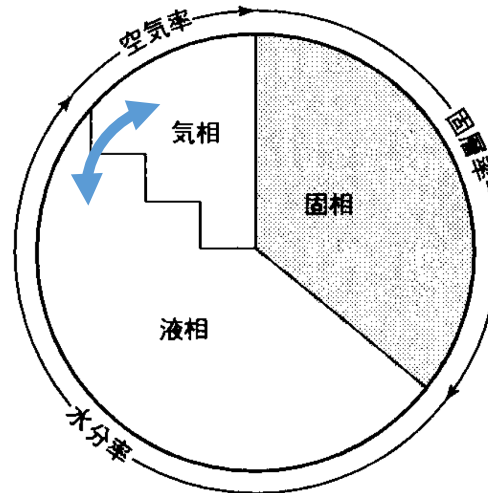
図4 長野市共和園協地域におけるR3TS長と園地内成木率の相関

ターミナルシュート長が20cm未満の園地では、単年度枯死率が高まり、相対的に園地内成木率が低くなる傾向がみられた。

○土壤物理性と枯死率の関係性の前に 土壤三相概要



- ・ 有機物・無機物粒子の集合(固相)
- ・ その粒子の間(孔隙)
には水(液相)と空気(気相)がある



土壤の三相割合イメージ
(根の事典編集委員会 編:根の事典
教文堂、1998)



土壤採土管
(容積100ml)

- ・ 孔隙内の液相・気相は相補的(降雨があれば液相増、乾燥で気相増)
- ・ 土壤中の粒子量は基本的に不変、固相率自体は一定で変わらない性質を有している
- ・ 採土管により根域の土壤(深さ15~20cm部)を採取し、水分量、空気量等から評価可能

(5) 土壌物理性と単年度枯死率の関係

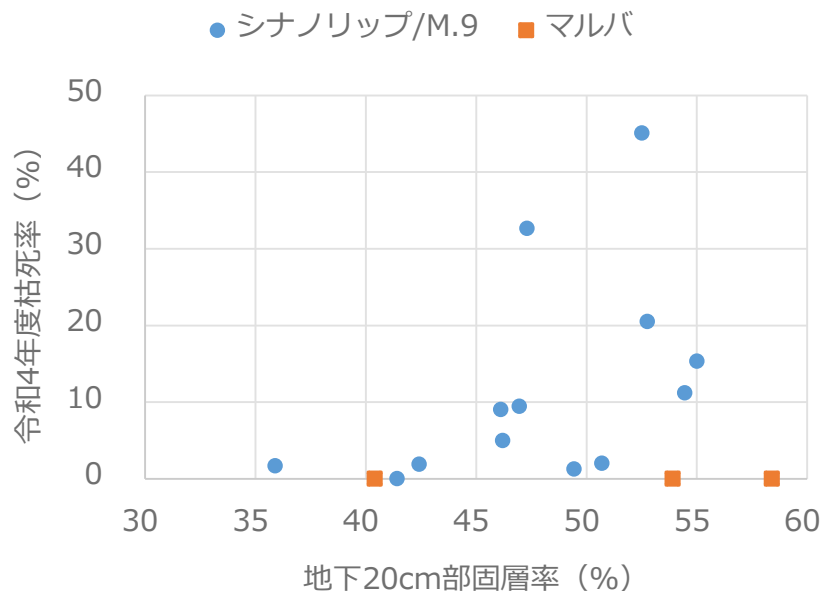


図5 長野市共和園協地域における固層率と令和4年枯死率の関係

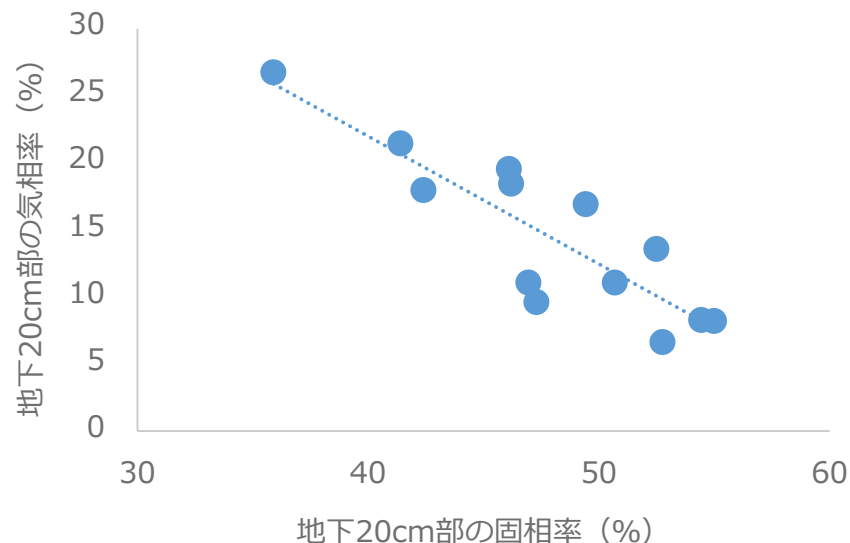


図6 長野市共和園協地域における固層率と気相率の関係

土壌中の固層率が45%以上の園地では、単年度枯死率が高い園地が多くなる傾向がみられた。マルバカイドウ台木樹は固層率によらず枯死はみられなかった。

固層率が高い土壌は気相率が低くなる傾向がみられ、土壌中の酸素供給量等が制限されるものと考えられた。

(6) 長野市・飯綱町における 土壌物理性および樹勢と成木率の関係

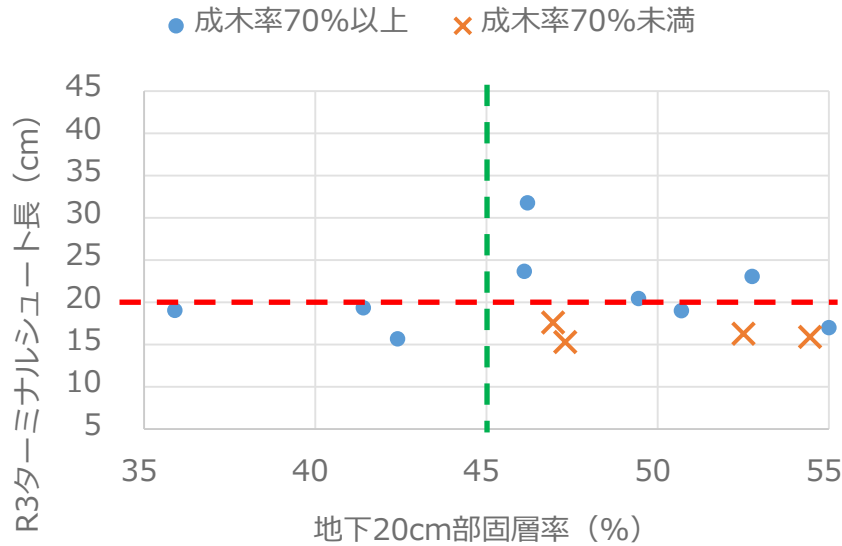


図7 長野市共和園協地域における
土壌物理性および樹勢と成木率の関係

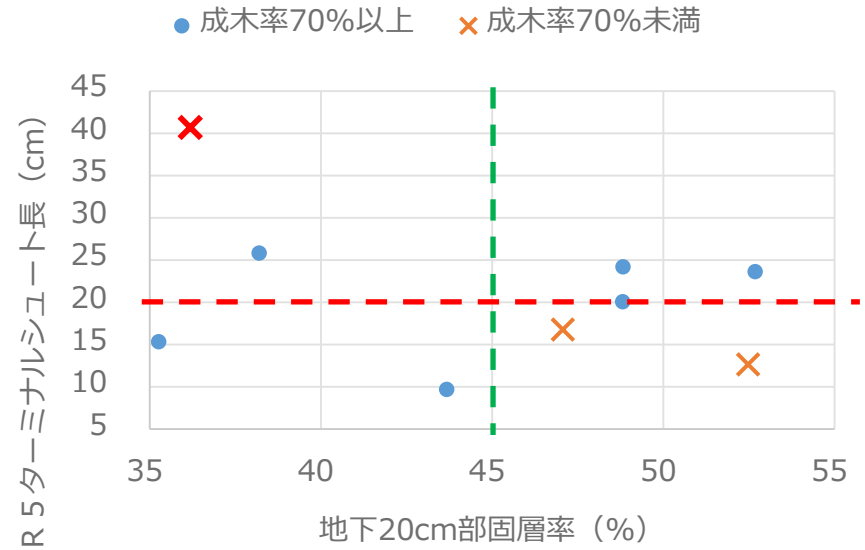


図8 飯綱町における
土壌物理性および樹勢と成木率の関係

長野市共和園協地域、飯綱町のシナノリップ/M.9台木樹園地において、成木率が70%未満と低い園地は、ターミナルシュート長が20cm未満と短く、かつ、固層率が45%以上と高い領域に集中する傾向。

○図8において、左上に固層率36.2%、ターミナルシュート長が40.7cmと、固層率が低く樹勢が強い園地で成木率が70%未満(48.3%)の園地があった。

この園地は令和5年度霜害により、着果負荷が0.8と非常に低く、樹勢が強くなっている傾向がみられた。霜害等に伴う着果負荷の大きな変動等が凍害に与える影響についても検討すべきと考えられる（着果負荷については後述）

凍害発生の要因に関わるまとめ

- (1) 凍害に伴う枯死樹の発生は年次間差が大きく、気象要因にも影響される。
- (2) ターミナルシュート長が20cm未満と短い園地は凍害発生率が高くなる園地が多くみられ、相対的に成木率が低下する傾向にある。
- (3) 固層率が45%以上と高い園地は、凍害発生率が高い傾向。
- (4) シナノリップ/M.9台木樹園地において、成木率が70%未満と低い園地は、ターミナルシュート長が20cm未満と短く、かつ、固層率が45%以上と高い園地に集中していた。

凍害発生を低減するには、

- ・ターミナルシュート長を20cm以上で維持すること
- ・新たにM.9台木樹を定植する際は固層率の高い園地を避けること等が有効と考えられた。

○着果負荷（着果個数/幹断面積）について



わい化樹は、園地により、着果個数や、幹の太さ（接ぎ木部上15cm部○）が異なる

幹の太さ（幹断面積）および、1樹内の全着果個数を計測し、各園地における着果負荷（着果個数/幹断面積）を算出した

果樹は、葉で光合成した同化産物（糖や炭水化物）を用いて、果実の肥大・登熟や枝葉の伸長等を行っている

一般的に着果負荷と枝の伸長量等は負の相関にある
(着果量が多くなると、枝伸びが短く、
樹勢が弱くなる傾向にある)

(7) 長野市・飯綱町の全22園地における 令和5年着果負荷と令和5年ターミナルシュート長の関係

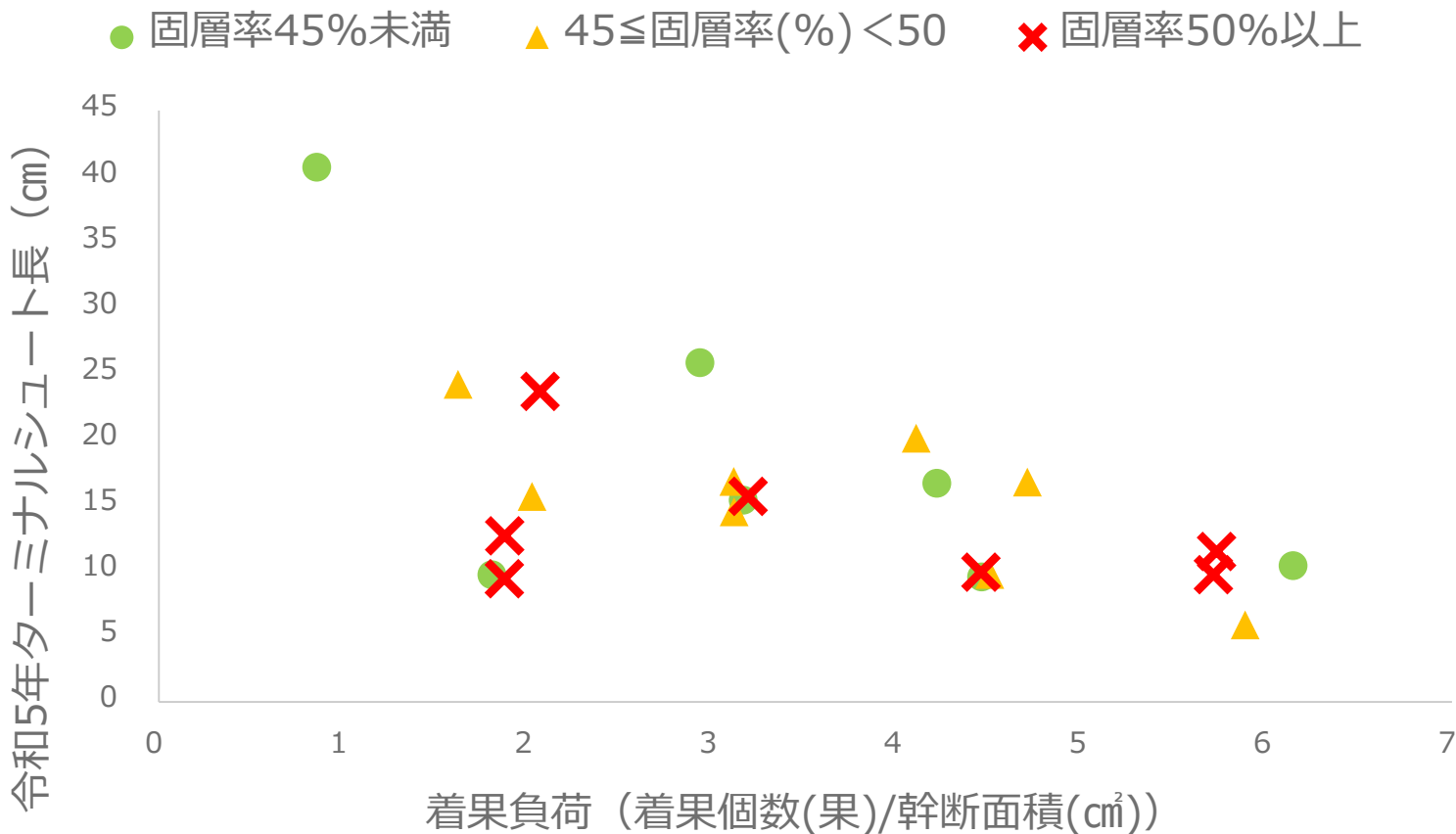
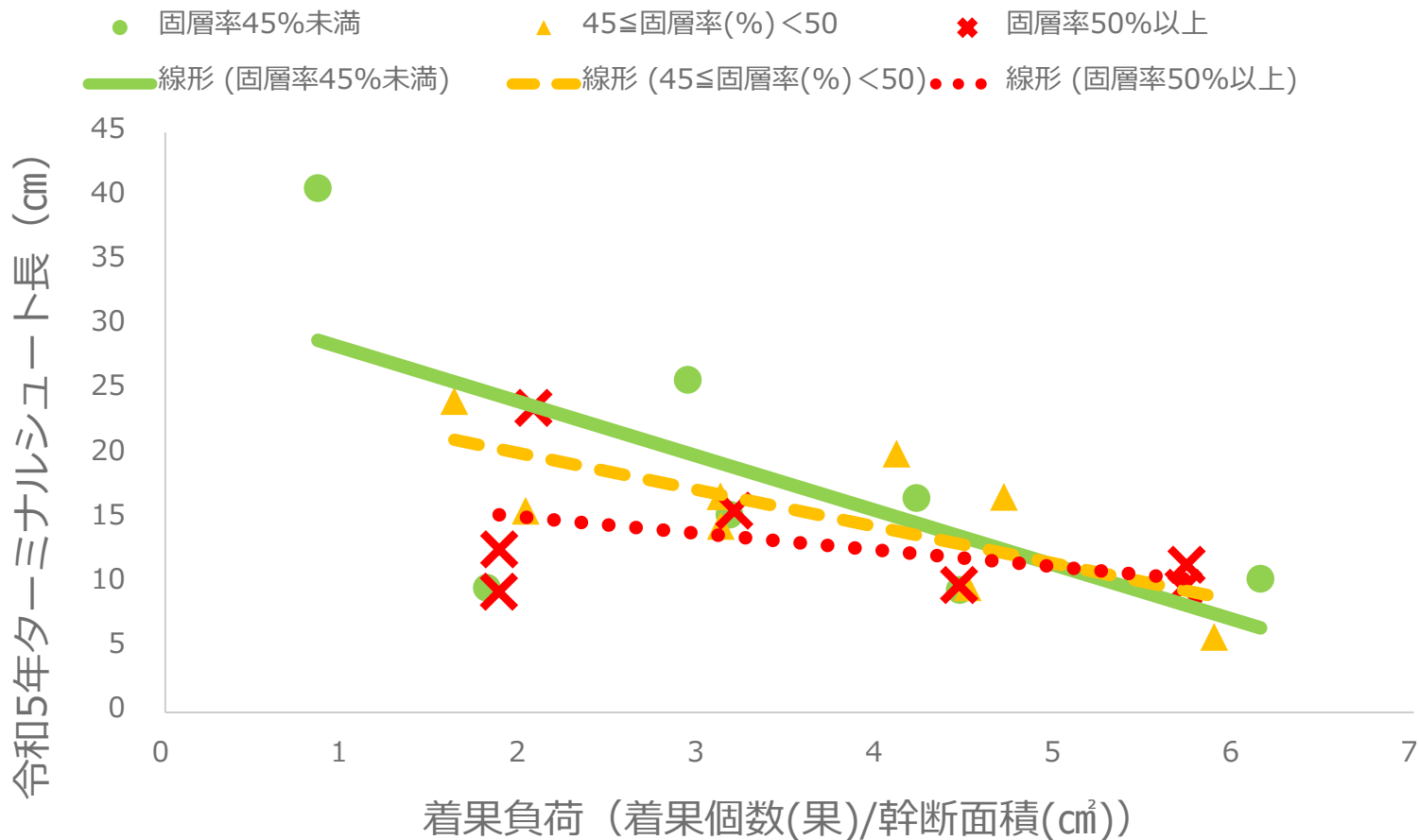


図9 令和5年着果負荷と令和5年ターミナルシュート長の関係

バラツキがあるものの、着果負荷が高い園地では、ターミナルシュート長が短く、着果負荷が低い園地ではターミナルシュート長が長くなる傾向がみられた。

(8) 長野市・飯綱町の全22園地における 令和5年着果負荷および樹勢と土壤物理性の関係



(9) 長野市・飯綱町の全22園地における土壌分類について

表2：長野市・飯綱町の全22園地における土壌分類について

通しNo	園地No	土壌分類 (e土壌図より)
1	長野市 1	粗粒質普通褐色低地土
2	長野市 2	粗粒質普通褐色低地土
3	長野市 3	典型普通固結岩屑土
4	長野市 4	中粗粒質表層グライ化低地水田土
5	長野市 5	粗粒質普通褐色低地土(近傍)
6	長野市 6	粗粒質普通褐色低地土(近傍)
7	長野市 7	典型普通固結岩屑土
8	長野市 8	中粗粒質表層グライ化低地水田土
9	長野市 9	粗粒質普通褐色低地土
10	長野市 1 0	典型普通固結岩屑土
11	長野市 1 1	細粒質普通灰色低地土(近傍)
12	長野市 1 2	粗粒質普通褐色低地土
13	長野市 1 3	中粗粒質表層グライ化低地水田土
14	飯綱 1	細粒質普通灰色低地土(微近傍)
15	飯綱 2	細粒質ばん土質褐色森林土
16	飯綱 3	細粒質ばん土質褐色森林土
17	飯綱 4	典型普通多湿黒ボク土
18	飯綱 5	細粒質ばん土質褐色森林土
19	飯綱 6	礫質普通未熟低地土
20	飯綱 7	多腐植質普通非アロフェン質黒ボク土
21	飯綱 8	細粒質塩基型褐色森林土
22	飯綱 9	細粒質水田型停滞水グライ土

調査園地の土壌分類は
 低地土
 岩屑土 (がんせつど)
 褐色森林土
 黒ボク土
 グライ土
 等多様であった。

(10) 長野市・飯綱町の22園地の 乾土重と固層率の相関について



土 壌 採 土 管
(容積100ml)

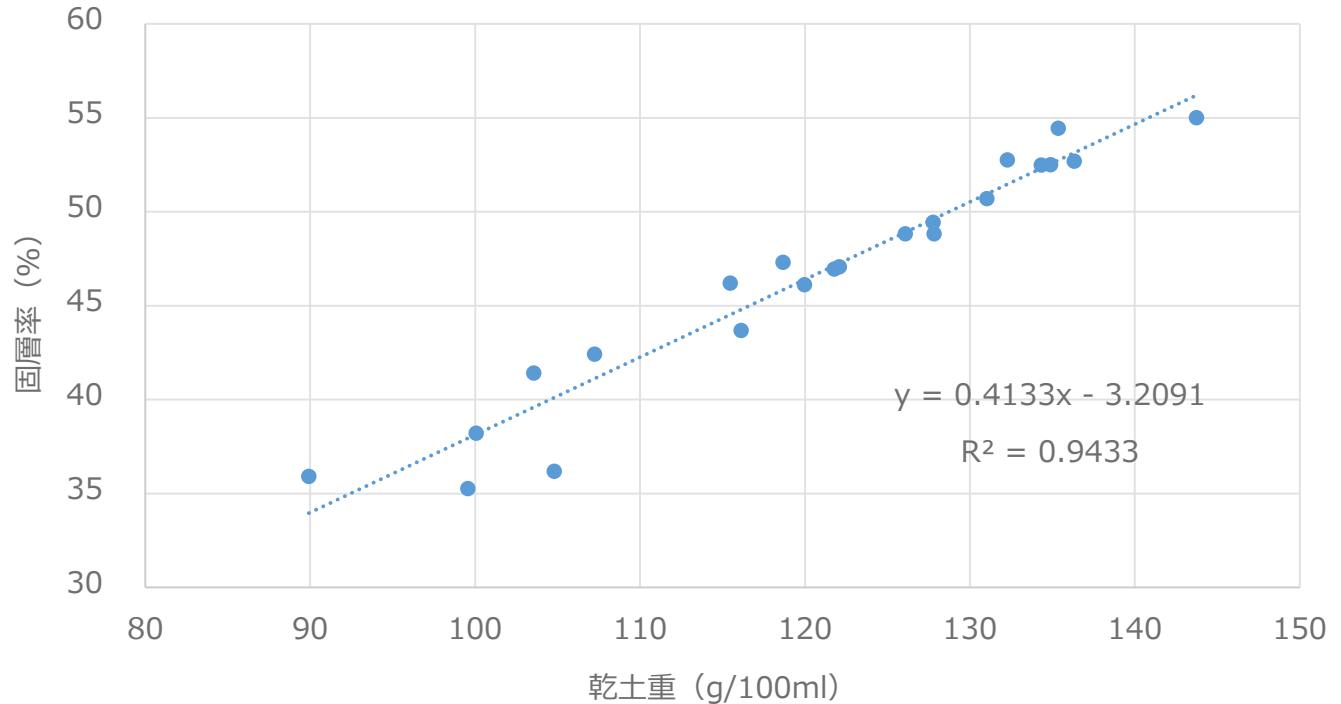


図10 乾土重と固層率の相関

本調査内では、2地域にまたがり、また、土壌分類が多様であったが、乾土重と固層率の相関は高かった。そのため、採土管等を用いて乾土重を測定することによって、概ね、土の固層率を推定することが可能と考えられた。

乾土重が130g/100mlを超えると、概ね、固層率50%以上となるものと推定される。

凍害発生低減に関わる対策まとめ

- (1) 着果負荷が高い園地では、着果負荷を軽くすることを検討
- (2) これから、圃場を選定する際は乾土重等を測定し、固層率の高い園地を避ける
- (3) 固層率の高い園地では、堆肥施用や深耕等を組合わせ、固層率低下へ向けた取り組みを行う
(効果は限定的かつ即効的ではないことが想定される)

その他：有効と考えられる対策

- (4) 春施肥による窒素の効率的利用(令和2年：技術情報参照)
- (5) 冬季・春季のわら巻き、白塗材の利用による耐凍性維持
- (6) M.9以外の台木を用いた栽培方法を検討

(長野県果樹試験場 土田研究員作成資料)

④窒素の施用時期と果樹の生育

- 普通樹からわい性台樹による栽培への変化
- 台木 マルバカイドウ→M.9
- 温暖化による？着色不良の増加
- 多くの地域で普通樹の施肥基準をわい化栽培に流用
- 施肥時期は秋施肥（9～10月）冬施肥（11～12月）春施肥（3～5月）の分施体系が多い
- 地力窒素の発現時期の変化？増加？

りんご/M.9台木樹の窒素吸収特性に関わる試験

りんご「シナノゴールド」/M. 9 台木樹における施肥窒素の吸収と移行特性



しあわせ信州

土田 河¹、伊藤 正²、小川 秀和¹、井上 博道³

1：長野果試、2：長野県農政部農業技術課、3：農研機構果樹茶業部門

緒言

りんごのわい性台木 (M. 9) を用いたわい化栽培

◎りんご樹の**小型化・低樹高化**による

省力化、早期多収を目的とした新しい栽培方法



栽培方式の変更に伴う窒素施肥の効果が不明

- ・施肥窒素の利用率は？
- ・何月の窒素施肥が効率的？
- ・施肥窒素の樹体内での寄与率は？

解明して適正な窒素施肥技術の確立に資する。

材料等

場所	: 長野県果樹試験場(標高360m)
土壌	: 礫質褐色低地土
品種/台木	: シナノゴールド/M.9
解体時樹齢	: 9年生(定植後7年)
栽植密度	: 4m×1m(250本/10a)

方法

重窒素を時期別に施用し、生育期間中に葉、果実、樹体解体時に枝、幹、根等部位毎に回収し、重窒素を分析。
⇒施肥時期・部位別の施肥窒素の移行を調査。

(重窒素の分析には農研機構高度解析センターの解析支援制度を利用した。)

試験区概要：(1区1樹3反復)

試験区 (重窒素施肥時期)	窒素肥料施肥時期					年間 窒素施肥量	重窒素施用~ 解体までの期間 (月)
	2017年9月	2017年12月	2018年3月	2018年6月	2018年9月		
2018年9月	○				●	20N-g/樹 (5N-kg/10a)	2.8
2018年6月				●			5.6
2018年3月			●				8.4
2017年12月		●					11.8
2017年9月	●				○		14.4

●重窒素標識硫酸の施用を示す ○通常の硫酸の施用を示す

結果

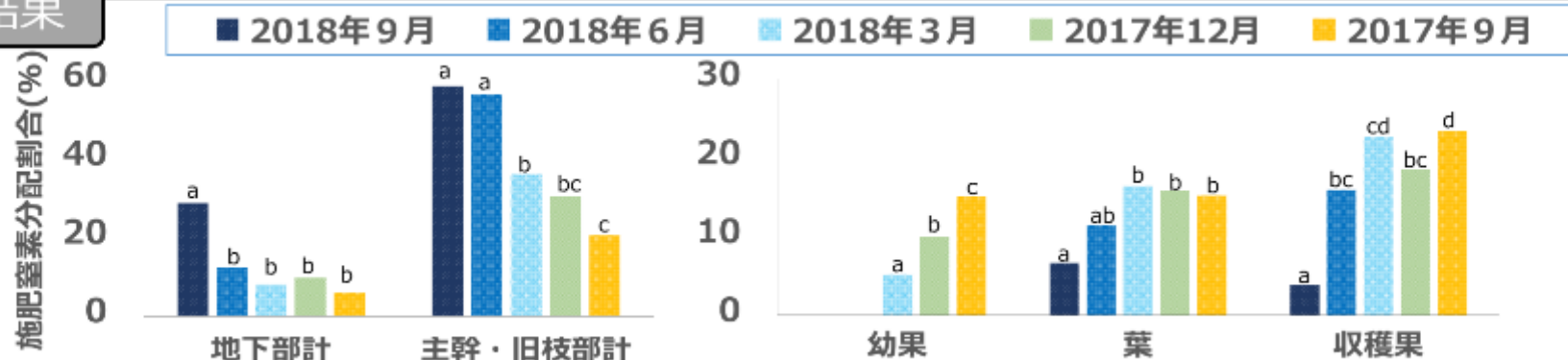


図1 施肥時期別の樹体各部位への施肥由来窒素の分配割合(%)
(部位別施肥由来窒素量N-g/全施肥由来窒素量N-g*100)

施肥後樹体解体までの期間が短いと地下部へ多く分配、期間が長いと幹、新生部位(葉・果実等)への分配が増加。窒素成分が根から吸収され、幹へ移行し、新生部位へ供給される流れを反映。

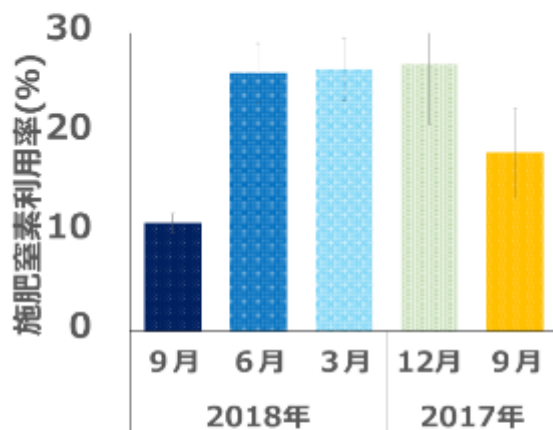


図2 施肥時期別の施肥窒素利用率
(樹体吸収施肥N-g/全施肥N-g * 100)

施肥窒素利用率≒最大で27%(5~5.5N-g/樹)

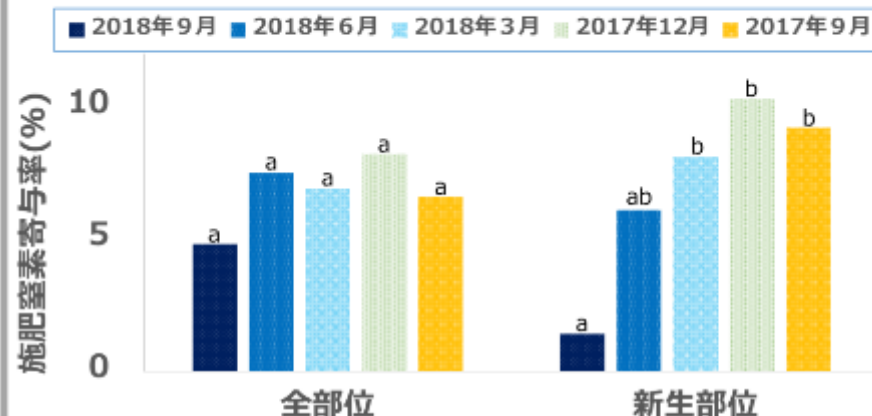


図3 樹体内の全窒素に占める施肥窒素の寄与率
(部位別施肥由来窒素量N-g/部位別全窒素量N-g * 100)

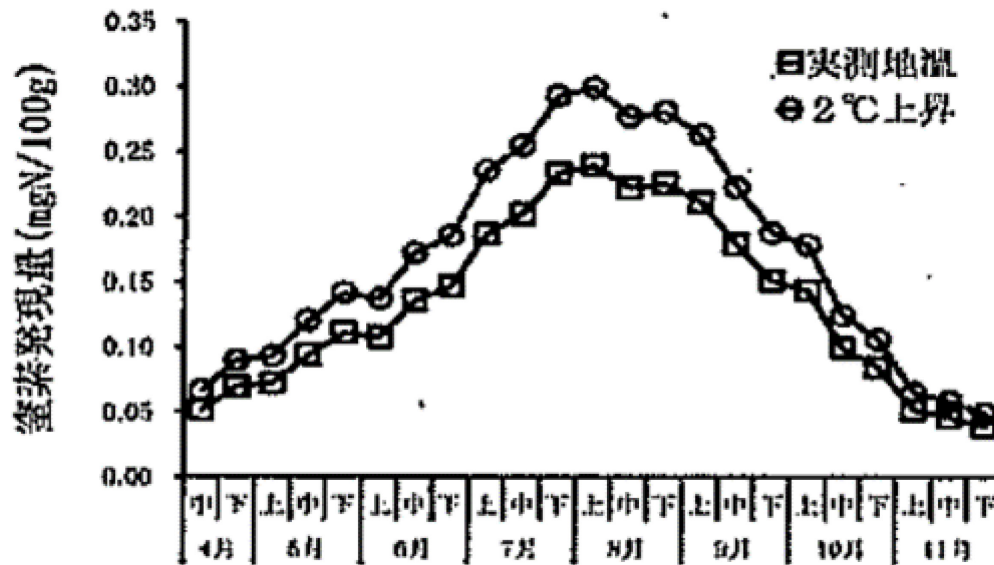
全部位の施肥窒素寄与率は5~9%、新生部位で最大10%程度⇒残る90%は地力窒素・樹体貯蔵窒素に依存

まとめ

- ①3月の施肥窒素は利用率が比較的高い。また摘果果実(幼果等)への分配が少なく、収穫果、葉、主幹部等への分配が多く効率的。
- ②施肥窒素の利用率・樹体の全窒素に占める施肥窒素の寄与率は低い<<地力窒素・貯蔵窒素へ依存

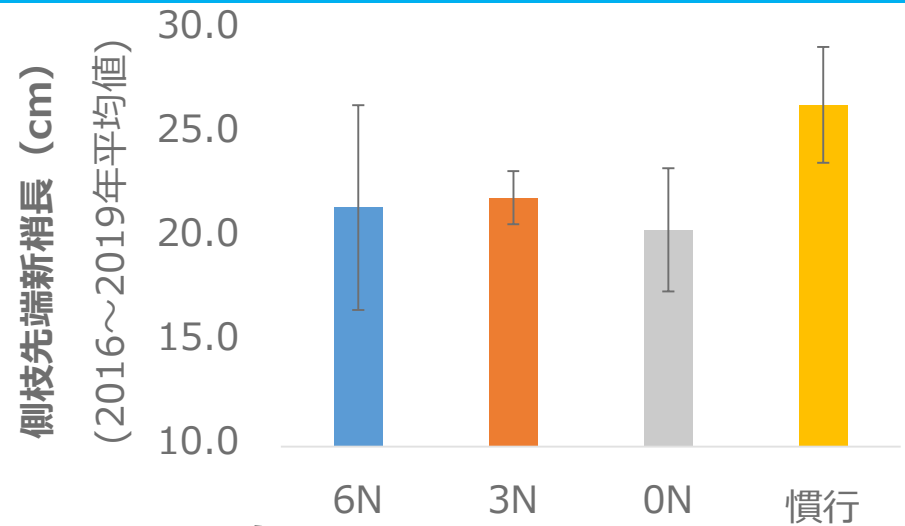
土壤発現窒素は6月中旬以降に増加し、10月中旬頃まである程度の量が発現する。

温度が2℃上昇した場合年間8～26%増加する（長野果樹試）

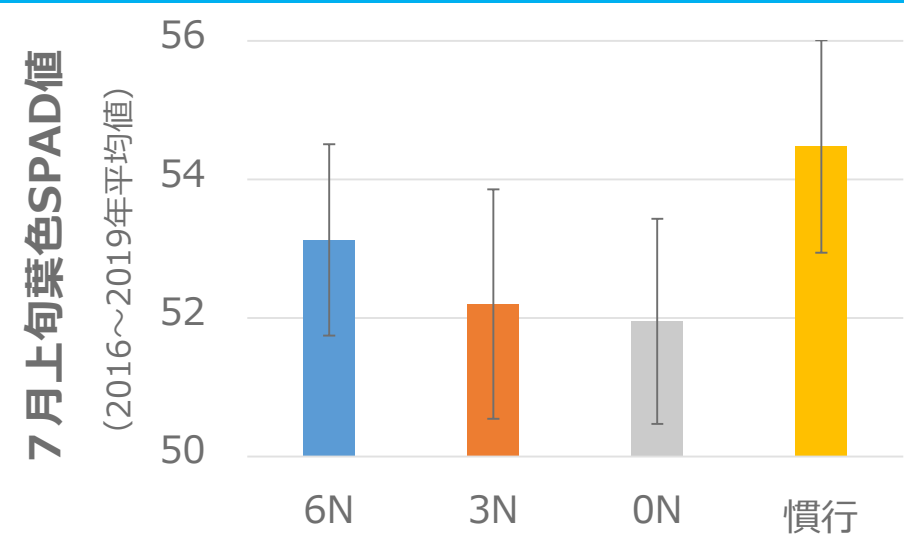


土壤発現窒素の旬別推定量（平成28年）

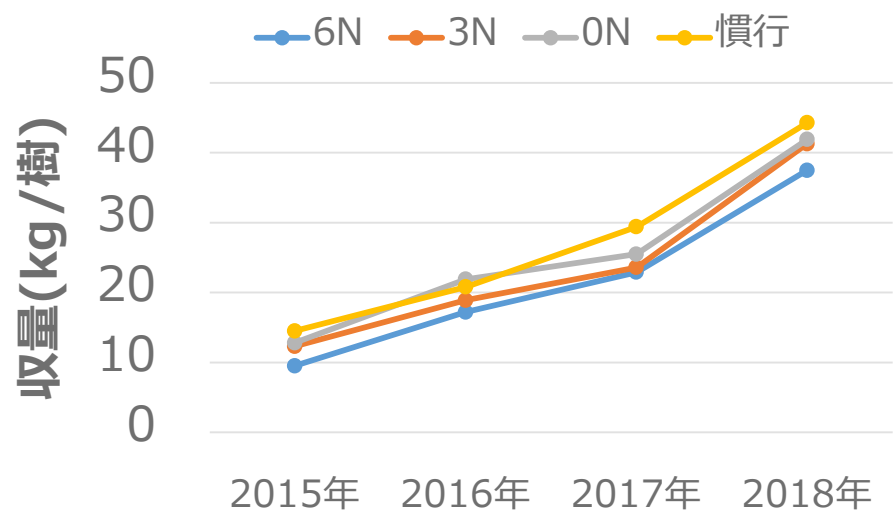
新たな施肥体系の検討（樹体生育・収量への影響）



▶ **春施肥+減肥により**
側枝先端新梢の伸びは穏やかに



▶ **葉色はやや薄くなる**

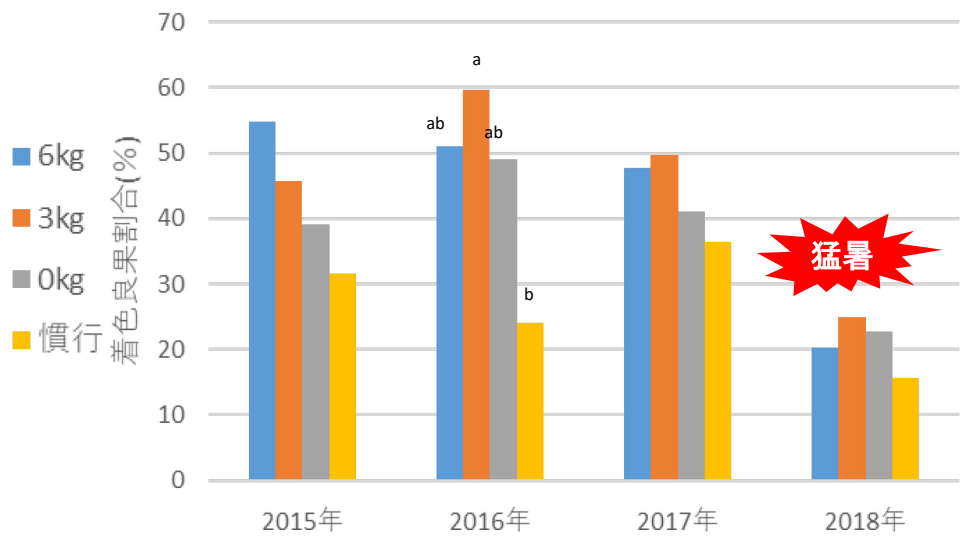


▶ **収量は同等もしくは微減**
(5t/10a程度は生産可能)

春施肥減肥体系により
 樹体生育量は減少傾向だが、
 収量への影響は少ない

- 0N：無窒素
- 3N：4月3kgN
- 6N：4月6kgN
- 慣行：9月3kgN+11月9kgN

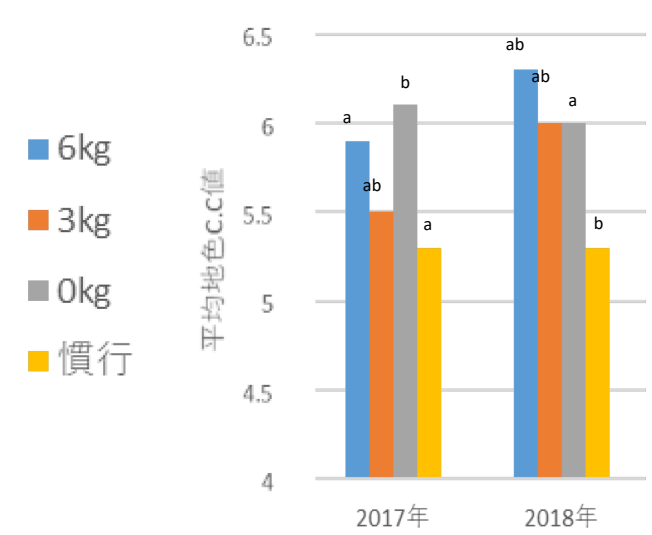
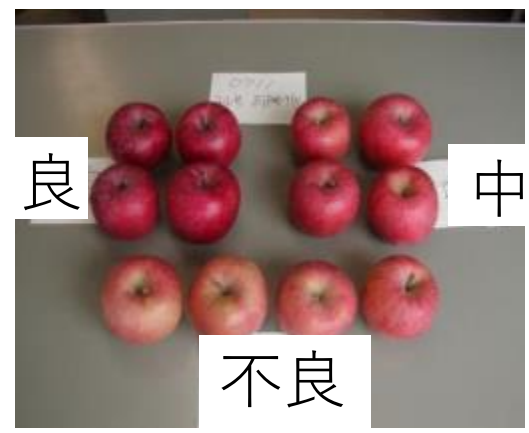
新たな施肥体系の検討（果実の着色について）



着色良果割合

◆着色良果割合

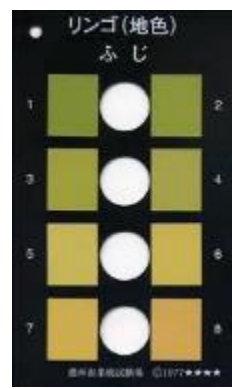
赤枠の5～6を着色良果とし、その割合を算出



地色(C.C値)の平均

◆地色

1(青)～8(黄)
数値が高いほど
地色が抜けている



春施肥減肥体系により
○着色の良い果実が増加する
○地色の抜けが良くなる

新たな施肥体系の検討（まとめ）

春施肥減肥体系では

- 栄養生長に関わる樹体生育として、
葉色が薄くなり、側枝先端新梢の伸長が抑制される傾向
- 生殖生長に関わる果実品質として、
果皮色が向上し、地色の抜けが良くなる傾向
- 収量性については、大きな負の影響はみられない



春施肥減肥体系は慣行施肥体系よりもわい化栽培に求められる『樹体生育が穏やかで、果実生産に重点をおいた施肥体系』として適している可能性。

一方で、施肥量については地力窒素発現量や実際の樹体生育も加味し、各園地で調整する必要があるものと考えられた。

あわせて、春施肥減肥体系では温暖化・高温の影響と想定される過剰な栄養生長を抑制し、生殖生長に関わる果実品質を維持できる可能性が示唆された。

リンゴ、モモの樹体凍害 軽減技術マニュアル

<https://www.naro.affrc.go.jp> › ringo-momo_2013

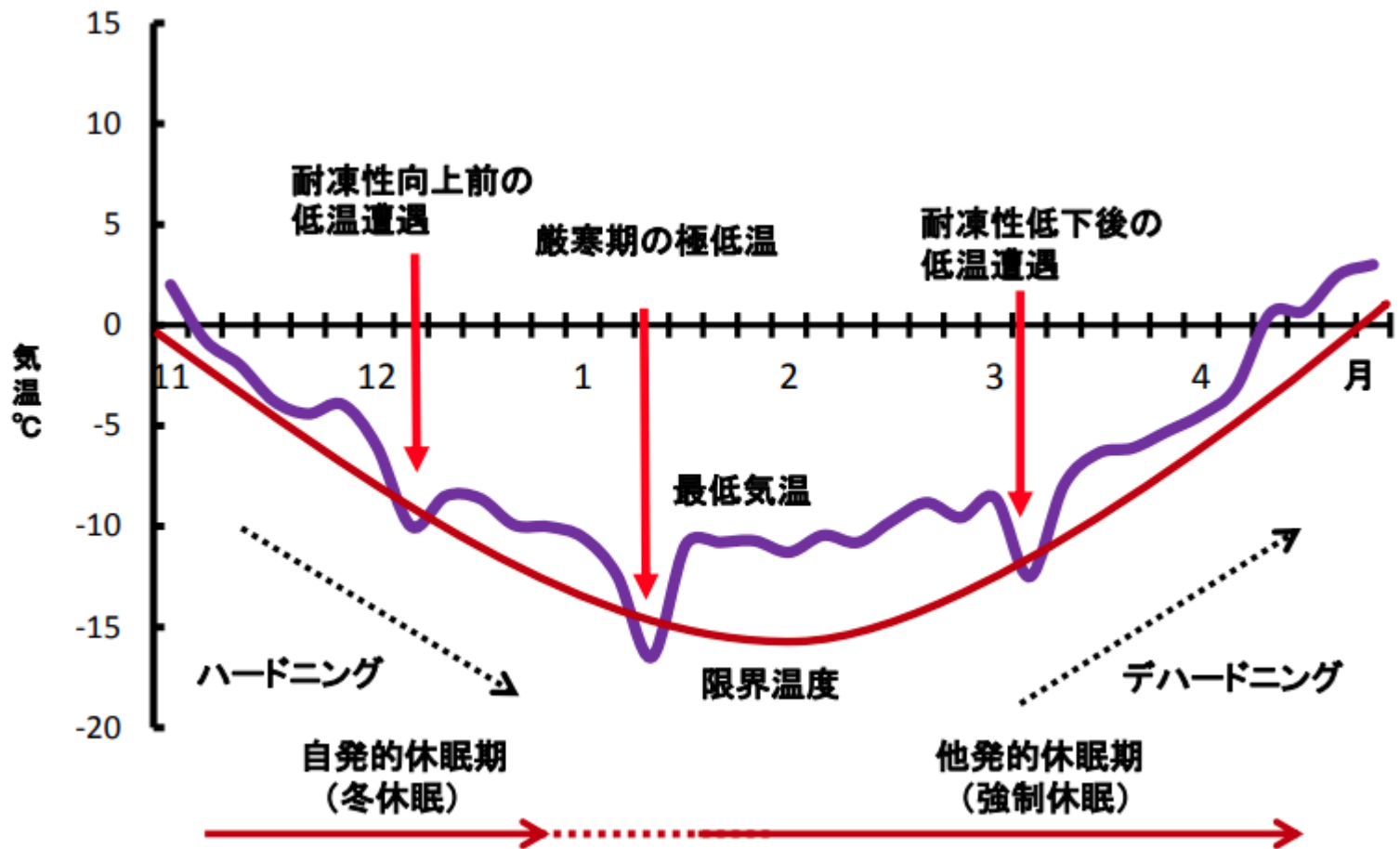


図4 耐凍性の季節変動と想定される凍害

窒素施肥時期とリンゴ幼木の 発芽障害

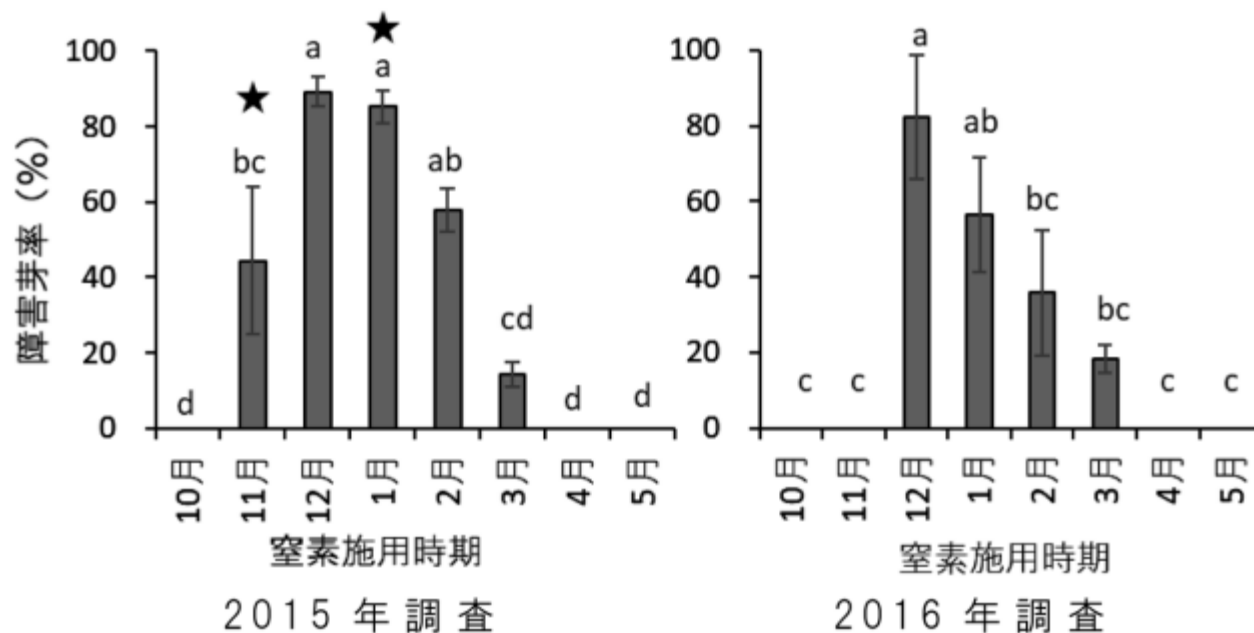


図2 異なる施肥時期におけるリンゴの障害芽率

つくば市 ポット試験 施肥量約5kg/10a
 休眠導入期から休眠覚醒期の際に窒素が根域に存在すると、樹体が窒素に反応して耐凍性を低下させる
 (井上・草場:土肥誌2019)

硫安の硝化率

(灰色低地土)

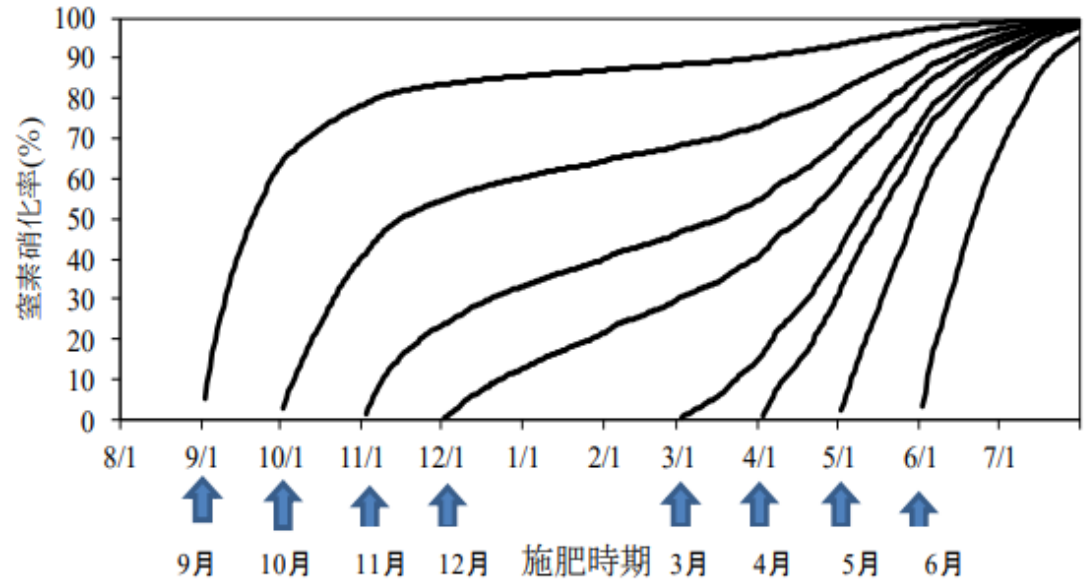


図1 硫安の窒素硝化パターン

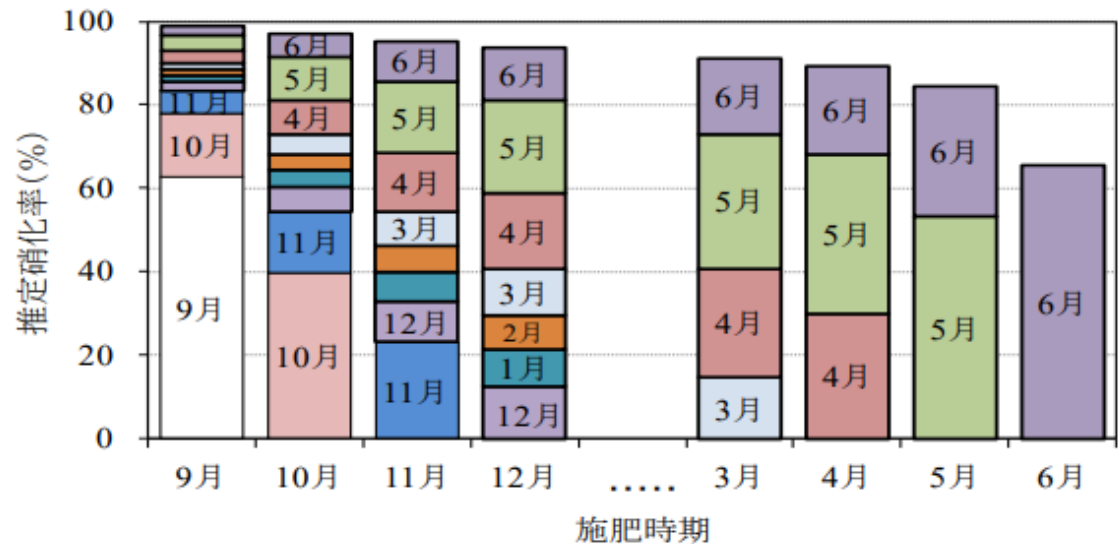


図2 施肥時期別の硫安の推定窒素硝化率

岡山県農林水産総合
センター農業研究所
平成28年度試験研究
主要成果

旧施肥基準

		樹 齡			
施肥時期	成分	1～2年	3～4年	5～6年	7年以上
礼肥	N		2.1	3.2	4.2
基肥	N	3.2	4.8	6.4	8.0
	P	1.6	2.4	3.1	4.0
	K	1.2	1.8	2.4	3.0
春肥	N		5.8	5.8	5.8

土作り資材として

N:1 P:2.8 Mg:9～11.3 Mn:0.4～0.9 B:0.34～0.55kg/10a

基肥:年内 礼肥:早生9月中旬 中晩生10月中旬

現施肥基準

		樹 齡			
施肥時期	成分	1～2年	3～4年	5～6年	7年以上
礼肥	N		2.1	3.2	4.2
基肥	N	4.8	7.2	9.6	12.0
	P	0.9	1.4	1.8	2.3
	K	0.9	1.4	1.8	2.3
春肥	N		5.8	5.8	5.8

土作り資材としてMg:9 Mn:0.5 B:0.2kg/10a

基肥:2月中下旬 礼肥:早生9月中旬 中晩生10月中旬