

山梨県におけるモモの核割れとブドウの裂果が発生しやすいほ場の土壌理化学特性および土壌物理性の改良が核割れと裂果の発生に及ぼす影響

加藤 治¹・桐原 峻・手塚誉裕

¹ 現 山梨県峡東農務事務所

キーワード：モモ, ブドウ, 核割れ, 裂果, 土壌物理性

緒 言

近年, 温暖化の影響と推測される気温の上昇, ゲリラ豪雨, 過乾などの急激な気象変動が毎年のように発生している. このような気象変動下において, 果樹栽培では樹体生育, 果実品質および生理障害の発生に影響を及ぼすことが報告されている¹⁾.

山梨県においても, 同様の状況であり, 生理障害が多発すると, 収量や果実品質の低下および生産の不安定化が懸念される. 生理障害のなかでも, モモの核割れやブドウの裂果は, 発生すると商品性を著しく損ねるため, 発生要因について品種特性や栽培管理の観点から, 多くの報告が認められる (第1図, 第2図)^{2,3)}.

一方, 植栽されているほ場の土壌の状態がモモの核割れやブドウの裂果の発生に及ぼす影響を調査した報告は少ない⁴⁾. 果実生産を下支えする土壌の状態もそれら生理障害の発生に少なからず影響していると推測される.

そこで, 生理障害としてモモの核割れおよびブドウの裂果を対象に, 山梨県内の発生しやすい現地ほ場と発生が少ない現地ほ場の土壌理化学特性を調査した. また, モモの核割れおよびブドウの裂果が発生しやすい現地ほ場において, 土壌物理性の改良を目的として, 土壌への圧縮空気注入処理を行い, 土壌物理性および核割れや裂果の発生に及ぼす影響を検討し, 一定の知見を得られたので報告する.

材料および方法

1. モモの核割れが発生しやすいほ場の土壌理化学特性および土壌への圧縮空気注入処理が土壌物理性と核割れの発生に及ぼす影響

1) 土壌理化学特性調査

試験は, 山梨県の現地モモほ場を対象として, 2018年～2020年の3年間実施した. 供試品種は‘白鳳’とし, 核割れが発生しやすい地点4ほ場と発



第1図 モモの核割れ



第2図 ブドウの裂果

生が少ない地点5ほ場の計9ほ場を関係機関から聞き取り、選定した。調査ほ場の概要を第1表に示す。調査樹の樹齢、地表面管理は聞き取り調査により、土壌分類は土壌分類図(山梨県)により、土性はピペット法で粘土、シルト、砂含有量を測定し、区分した^{5, 6)}。なお、調査対象樹数は、E園、F園は2樹、その他のほ場は3樹とした。

核割れ果の調査は、収穫1～2日前に樹体の上部および垂主枝や側枝の先端に着果している果実を無作為に100～210果を採取した。採取した果実は、ナイフを用いて縫合線に沿って核まで切りこみを入れ、核割れの有無を調査し、核割れ果発生率を算出した。

土壌理化学特性について、土壌物理性と土壌化学性の分析は、土壌環境分析法に従った⁶⁾。土壌物理性は、毎年10月中下旬に主幹から2～3m離れた樹冠下3カ所に縦横30cm、深さ50cmの調査用の穴を掘り、主幹に近い土壌断面の表層から深さ30cm部分の気相率、容積比重、透水係数、土壌硬度を調査した。

土壌の気相率は、ステンレス試料円筒100ml(DIK-1801, DAIKI)により1穴から2試料を採取後、土壌三相計(DIK-1120, DAIKI)により三相分布を測定し、気相率の平均値を求めた。容積比重は、三相分布の測定結果から算出した。透水係数は、気相率を測定した試料を用いて変水位法により、変水位透水性測定器(DIK-4050, DAIKI)で測定した。土壌硬度は、山中式土壌硬度計法により土壌硬度計(DIK-5553, DAIKI)を用いて1穴で3カ所測定し、平均値を求めた。

土壌化学性の分析に用いた土壌は、施肥前の10月中下旬に供試樹の樹冠下3カ所からステンレス

製の採土器により深さ0～30cm部分を1カ所当たり100g程度を採取・混合し、通風乾燥後に破砕して、2mmの篩で調整後、分析試料とした。土壌pHは、ガラス電極法(F-71, HORIBA)、全炭素含有率および全窒素含有率は、CNコーダー(CHN元素分析装置 Serise II MODEL2400, PERKINELMER)で測定した。可給態リン酸は、トルオーグ法の抽出液を、交換性カリ、交換性カルシウム、交換性マグネシウムは、ショーレンベルガー法の抽出液をICP発光分光分析装置(ICPE-9810, 島津製作所)で測定した。

2) 土壌への圧縮空気注入処理が土壌物理性と核割れの発生に及ぼす影響

モモ核割れが発生しやすいほ場(A園, B園, C園)に、2021年と2022年に土壌物理性の改良を目的として、グロースガン(GR-XA, マックエンジニアリング)による土壌への圧縮空気の注入処理を実施した(第3図)。

グロースガンによる圧縮空気の処理方法は、調査樹の主幹を中心に、同心円状に2m離れた8地点の深さ50～60cm部分に圧縮空気のみを、1地点につき1回処理した(第4図)。2021年は2月下旬、2022年は3月上旬に同じ樹に処理し、試験区は、グロースガン処理を実施した処理区および無処理区を設置して、1区1樹1反復とした。

土壌物理性の調査方法および核割れ果発生率は、1.1)と同様に実施した。

果実品質調査は、7月中旬の収穫適期に収穫した果実から核割れが認められない果実を10果選び、果実重、糖度、酸度を調査した。糖度は果汁中の可溶性固形物含量をデジタル糖度計(PR-101

第1表 モモ調査ほ場の概要

調査ほ場 ²⁾	地域	調査樹の樹齢 ³⁾	土壌分類	土性（％）				地表面管理	耕起の状況			
				土壌の種類	砂	シルト	粘土		頻度	時期	深さ	
発生しやすいほ場	A園	甲州市	10	黒ボク土	埴壤土	45.5	36.7	17.8	雑草草生	無	—	—
	B園	甲府市	11	グライ土	シルト質埴壤土	32.9	46.2	20.9	雑草草生	無	—	—
	C園	笛吹市	13	褐色森林土	軽埴土	38.4	34.5	27.1	雑草草生	無	—	—
	D園	笛吹市	15	灰色低地土	砂壤土	72.2	17.9	9.9	雑草草生	毎年	秋	10cm
発生が少ないほ場	E園	甲州市	7～8	灰色低地土	砂壤土	70.8	18.4	10.8	雑草草生	2～3年毎	秋	10～20cm
	F園	山梨市	7～8	褐色森林土	埴壤土	48.5	28.5	23.0	雑草草生	無	—	—
	G園	甲府市	12～13	グライ土	埴壤土	49.8	30.6	19.6	雑草草生	無	—	—
	H園	甲府市	7～8	褐色森林土	軽埴土	34.2	40.6	25.2	雑草草生	無	—	—
	I園	笛吹市	7～10	灰色低地土	埴壤土	51.1	30.5	18.4	雑草草生	無	—	—

²⁾核割れの発生しやすさは聞き取り調査による

³⁾調査開始時(2018年)の樹齢

α , ATAGO) で, 酸度は果汁を pH 試験紙 (BCG, ADVANTEC) で測定した。

2. ブドウの裂果が発生しやすいほ場の土壌理化学特性および土壌への圧縮空気注入処理が土壌物理性と裂果の発生に及ぼす影響

1) 土壌理化学特性調査

試験は, 山梨県の現地ブドウほ場を対象として, 2018年～2020年の3年間実施した。供試品種は‘ピオーネ’とし, 裂果が発生しやすい地点4ほ場と発生が少ない地点4ほ場の計8ほ場を関係機関から聞き取り, 選定した。調査ほ場の概要を第2表に示す。聞き取り調査, 土壌分類, 土性は1. 1)と同様に実施した。なお, 調査対象樹数は全ほ場2樹とした。

裂果の調査は, 果粒軟化期から収穫前日までの期間において降雨1～2日後に, 1調査当たり100～120房, 収穫までに合計400～550房を目視で観察し, 1房に1粒以上裂果が生じた果房を裂果果房と判断し, 裂果果房発生率を算出した。

土壌物理性と土壌化学性の調査項目, 調査方法は, 1. 1)と同様とした。

2) 土壌への圧縮空気注入処理が土壌物理性と裂果に及ぼす影響

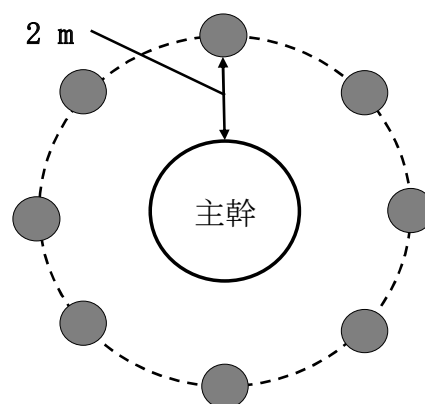
ブドウの裂果が発生しやすいほ場 (A園, B園, D園) に, 2021年と2022年に土壌物理性の改良を目的として, グロースガンによる土壌への圧縮空気の注入処理を実施した。

グロースガンによる圧縮空気の処理方法, 土壌物理性の調査方法は1. 1), 1. 2)と同様に, 裂果果房発生率は2. 1)と同様に実施した。

果実品質は, 9月中下旬の収穫適期に裂果が認められない10果房を選び, 果房重, 糖度, 酸含量, 果皮の着色程度を調査した。糖度は, 果汁中の可溶性固形物含量をデジタル糖度計 (PR-101 α , ATAGO) で, 酸含量は果汁を0.05 N水酸化ナトリウムで中和滴定し, 酒石酸に換算した。果皮の着色程度は, カラーチャート (ブドウ 赤・紫・黒色系 農林省果樹試験場 1975) を用いて評価した。



第3図 グロースガンによる圧縮空気注入処理



第4図 グロースガンによる圧縮空気処理方法 (深さ50～60cmに処理)

第2表 ブドウ調査ほ場の概要

調査ほ場 ²⁾	地域	調査樹の樹齢 ¹⁾	樹形	土壌分類	土性 (%)				地表面管理	耕起の状況			
					土壌の種類	砂	シルト	粘土		頻度	時期	深さ	
発生しやすいほ場	A園	甲州市	10	長梢	赤黄色土	軽埴土	29.7	28.1	42.2	清耕栽培	毎年	11月	15～20cm
	B園	山梨市	17	長梢	黒ボク土	軽埴土	25.4	32.5	44.1	雑草草生	毎年	11月	10cm
	C園	笛吹市	20	長梢	灰色低地土	砂壤土	72.7	20.6	6.7	雑草草生	無	—	—
	D園	笛吹市	9	長梢	赤黄色土	埴壤土	58.1	22.5	19.4	雑草草生	無	—	—
発生が少ないほ場	E園	甲州市	15～17	長梢	黒ボク土	軽埴土	57.4	27.6	29.8	清耕栽培	毎年	11月	10cm
	F園	山梨市	7	長梢	黒ボク土	埴壤土	44.5	30.7	24.8	雑草草生	毎年	11月	10cm
	G園	笛吹市	30	長梢	灰色低地土	壤土	65.5	20.3	14.2	雑草草生	毎年	11月	10cm
	H園	笛吹市	20	長梢	赤黄色土	砂壤土	70.5	18.4	11.1	雑草草生	毎年	11月	5cm

²⁾裂果の発生しやすさは聞き取り調査による

¹⁾調査開始時 (2018年) の樹齢

結 果

1. モモの核割れが発生しやすいほ場の土壌理化学特性および土壌への圧縮空気注入処理が土壌物理性と核割れの発生に及ぼす影響

1) 土壌理化学特性調査

核割れ果発生率を第3表に、土壌物理性を第4表に示す。核割れ果発生率が調査期間を通じて60%以上を示したA園、B園、C園は、土壌の気相率12.3～17.2%、透水係数 10^{-4} ～ 10^{-6} cm/秒、土壌硬度18.1～20.0 mmであった。山梨県土壌診断基準（以下、診断基準）におけるモモの診断基準は、気相率18%以上、透水係数 10^{-3} cm/秒以上、土壌硬度18 mm以下であり⁷⁾、調査ほ場は診断基準と比較し、気相率と透水係数が低く、土壌硬度が高い傾向を示した。

調査年により核割れ果発生率に大きな変動が認められたD園は、気相率17.7%、透水係数 10^{-4} cm/秒、土壌硬度16.5 mmであり、診断基準と比較し、気相率と透水係数が低かった。E園は気相率20.8%、透水係数 10^{-4} cm/秒、土壌硬度16.9 mmであり、診断基準と比較し、透水係数が低かった。F園、G園は、気相率21.4～34.4%、透水係数 10^{-3} ～ 10^{-5} cm/秒、土壌硬度18.1～19.6 mmであり、診断基準と比較し、透水係数が低く、土壌硬度が高い傾向を示した。

核割れ果発生率が低い傾向を示したH園とI園

は、気相率20.6～24.9%、透水係数 10^{-3} ～ 10^{-4} cm/秒、土壌硬度15.4～17.2 mmであり、診断基準と比較し、透水係数は診断基準を満たしていないが、気相率や土壌硬度は診断基準を満たしていた。

また、土壌の緻密さを示す容積比重は、核割れ果発生率が高いほ場において大きい傾向を示した。

土壌化学性を第5表に示す。核割れが発生しやすいほ場と発生が少ないほ場では、土壌化学性に一様な傾向は認められなかった。

2) 土壌への圧縮空気注入処理が土壌物理性と核割れ発生に及ぼす影響

モモの核割れ果発生率を第6表に示す。処理区の核割れ果発生率は無処理区より0.9～19.7%低下する傾向を示した。

気相率の推移を第5図に示す。処理区の気相率は、無処理区と比較しA園は2～6ヶ月程度、B園は4～6ヶ月程度、C園は3～4ヶ月程度、増加傾向を示した。透水係数の推移を第6図に示す。処理区の透水係数は、無処理区と比較し、A園は4～5ヶ月程度、B園は3～4ヶ月程度、C園は6ヶ月以上、向上する傾向を示した。土壌硬度の推移を第7図に示す。処理区の土壌硬度は、無処理区と比較し、A園は2～5ヶ月程度、B園は2～4ヶ月程度、C園は2～3ヶ月程度、低下傾向を示した。果実品質を第7表に示す。果実品質は、処理区と無処理区間に差は認められなかった。

第3表 調査ほ場別のモモの核割れ果発生率(%)²⁾

調査ほ場	2018年	2019年	2020年
A園	69	88	73
B園	68	77	68
C園	60	63	69
D園	61	27	55
E園	25	90	36
F園	25	84	34
G園	33	93	29
H園	20	32	19
I園	29	28	17

²⁾調査果実数：2018年全園100果、2019年A園、E園、F園、H園100果、B園、C園、D園、I園101果、G園110果、2020年A園、B園、C園、D園、F園200果、E園、G園、H園、I園210果

第4表 現地モモほ場の土壌物理性

調査ほ場	気相率 ^z (%)	透水係数 (cm/秒)	土壌硬度 ^z (mm)	容積比重 ^z (g/cm ³)
A園	15.1±3.3	$1.9 \times 10^{-5} \sim 9.4 \times 10^{-6}$	18.1±0.5	1.40±0.06
B園	12.3±2.5	$5.7 \times 10^{-5} \sim 9.3 \times 10^{-6}$	20.0±0.8	1.40±0.02
C園	17.2±2.1	$2.6 \times 10^{-4} \sim 9.9 \times 10^{-6}$	19.8±1.1	1.38±0.02
D園	17.7±2.9	$1.2 \times 10^{-4} \sim 7.0 \times 10^{-4}$	16.5±0.2	1.32±0.03
E園	20.8±5.8	$3.2 \times 10^{-4} \sim 6.7 \times 10^{-4}$	16.9±1.0	1.28±0.01
F園	34.4±1.9	$1.6 \times 10^{-3} \sim 3.3 \times 10^{-4}$	18.1±1.0	1.35±0.01
G園	21.4±3.0	$8.0 \times 10^{-3} \sim 5.2 \times 10^{-5}$	19.6±0.8	1.32±0.03
H園	24.9±3.4	$1.3 \times 10^{-3} \sim 2.0 \times 10^{-4}$	17.2±1.1	1.27±0.05
I園	20.6±3.2	$1.3 \times 10^{-3} \sim 4.1 \times 10^{-4}$	15.4±0.6	1.00±0.02

^z値は2018年から2020年における土壌0～30cmの平均値±標準誤差を示す (n=9)

第5表 現地モモほ場の土壌化学性^z

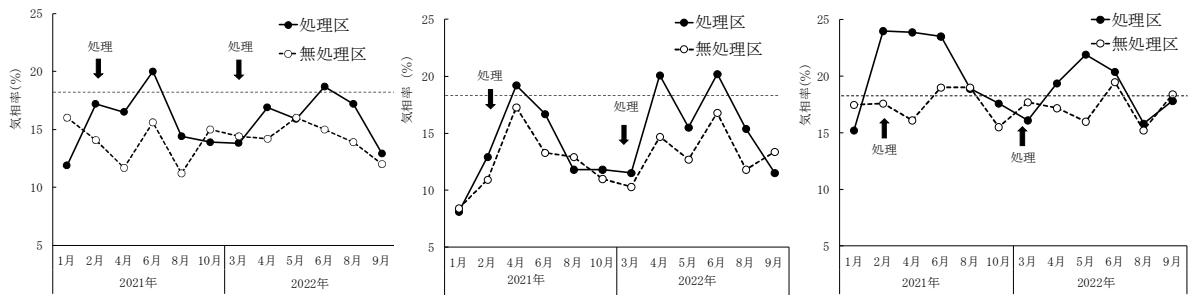
調査ほ場	土壌 pH (H ₂ O)	可給態リン酸 (mg/100g)	交換性カリウム (mg/100g)	交換性カルシウム (mg/100g)	交換性マグネシウム (mg/100g)	全炭素 (%)	全窒素 (%)
A園	6.3±0.1	54.5±7.1	37.2±5.8	260.8±25.1	32.6±3.0	1.31±0.09	0.12±0.01
B園	5.9±0.1	86.4±19.5	57.2±8.2	238.7±27.9	25.6±6.4	1.56±0.15	0.13±0.03
C園	6.6±0.1	74.4±6.1	65.3±14.7	597.5±71.5	40.5±3.4	2.29±0.28	0.22±0.03
D園	5.8±0.2	51.3±6.7	20.5±4.4	152.8±13.5	20.5±2.2	1.27±0.16	0.14±0.02
E園	4.9±0.2	27.5±2.7	40.9±9.8	83.8±9.3	12.4±3.3	2.46±0.24	0.20±0.03
F園	6.6±0.1	16.7±4.6	85.1±10.7	324.4±12.7	40.8±3.4	1.38±0.13	0.13±0.02
G園	5.9±0.1	93.5±11.6	32.1±5.8	235.3±17.1	17.2±1.7	1.44±0.13	0.16±0.02
H園	6.2±0.2	6.2±2.3	62.8±15.7	463.8±75.3	39.6±6.2	2.47±0.22	0.21±0.02
I園	7.1±0.1	36.1±6.6	51.1±8.1	569.0±23.5	114.9±19.3	1.76±0.15	0.21±0.05

^z値は2018年から2020年における土壌0～30cmの平均値±標準誤差を示す (n=9)

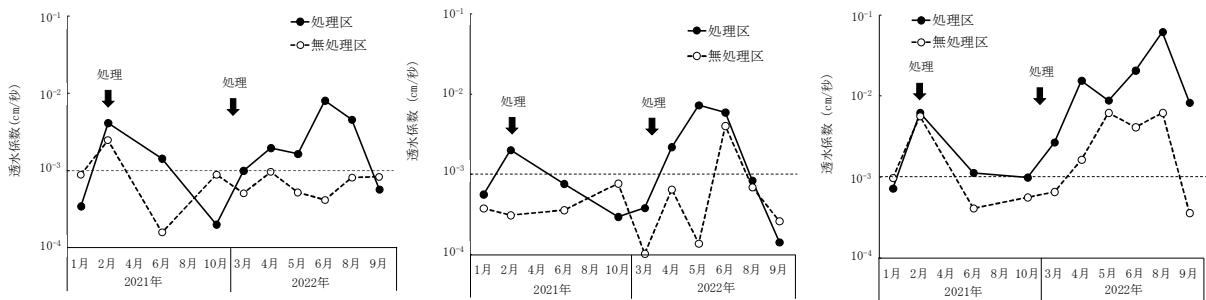
第6表 圧縮空気注入処理がモモ核割れ果発生率に及ぼす影響^z

試験区		2021年	2022年
A園	処理区	69.3	56.0
	無処理区	82.2	75.7
B園	処理区	26.5	37.6
	無処理区	38.1	38.5
C園	処理区	12.0	23.8
	無処理区	19.0	28.0

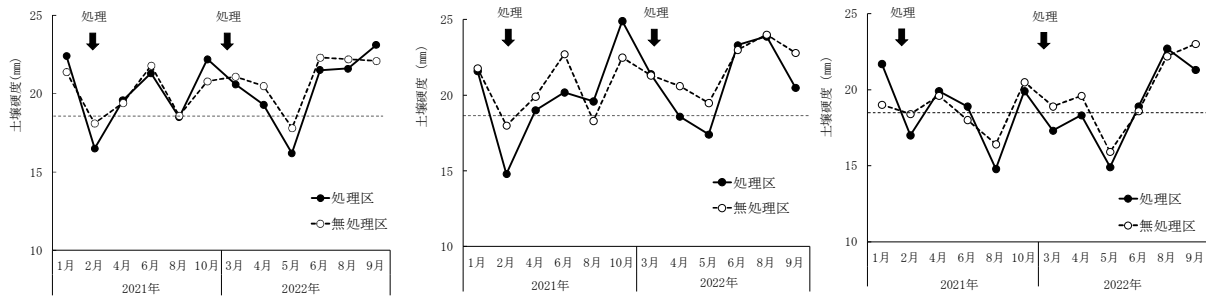
^z単位は%



第5図 モモ園の土壌への圧縮空気注入処理が土壌の気相率に及ぼす影響^z
(左：A園、中：B園、右：C園)
^z図中の横点線は土壌診断基準を示す



第6図 モモ園の土壌への圧縮空気注入処理が土壌の透水係数に及ぼす影響^z
(左：A園、中：B園、右：C園)
^z図中の横点線は土壌診断基準を示す



第7図 モモ園の土壌への圧縮空気注入処理が土壌硬度に及ぼす影響^z
(左：A園、中：B園、右：C園)
^z図中の横点線は土壌診断基準値を示す

第7表 圧縮空気注入処理がモモの果実品質に及ぼす影響^z

調査ほ場	処理	果実重 (g)	果実硬度 (kg)	糖度 (° Brix)	酸度 (pH)
A園	処理区	289.1±11.0	2.3±0.2	12.7±0.3	4.5±0.3
	無処理区	293.1±15.2	2.2±0.1	12.8±0.2	4.5±0.2
B園	処理区	262.8± 9.8	2.3±0.1	13.1±0.3	4.6±0.1
	無処理区	255.5±12.1	2.3±0.2	12.9±0.2	4.8±0.2
C園	処理区	278.0± 5.2	2.4±0.3	13.0±0.2	4.7±0.3
	無処理区	269.0±13.1	2.2±0.1	13.1±0.3	4.5±0.2

^z値は2021年と2022年の平均値±標準誤差を示す (n = 20)

2. ブドウの裂果が発生しやすいほ場の土壌理化学特性および土壌への圧縮空気注入処理が土壌物理性と裂果の発生に及ぼす影響

1) 土壌理化学特性調査

裂果果房発生率を第 8 表に、土壌物理性を第 9 表に示す。裂果した果房の発生率が調査期間中に 10%以上の年が認められた A 園、B 園は、気相率 14.9~15.6%, 透水係数 10^{-4} ~ 10^{-5} cm/秒, 土壌硬度 20.5~21.8 mm であった。ブドウの診断基準は気相率 12%以上, 透水係数 10^{-4} cm/秒以上, 土壌硬度 20 mm 以下であり⁷⁾, 調査ほ場は診断基準と比較し、透水係数が低く、土壌硬度が高い傾向を示した。

調査期間に裂果果房の発生率 5~8%の年が認められた C 園、D 園、E 園について、C 園は、気相率 9.1%, 透水係数 10^{-3} ~ 10^{-4} cm/秒, 土壌硬度 11.7 mm であり、診断基準と比較し、気相率が低い傾向を示した。D 園は、気相率 10.7%, 透水係数 10^{-4} ~ 10^{-5} cm/秒, 土壌硬度 16.5 mm であり、診断基準と比較し、気相率と透水係数が低い傾向を示した。E 園は、気相率 18.8%, 透水係数 10^{-3} ~ 10^{-4} cm/秒, 土壌硬度 18.1 mm であり、診断基準を満たしていた。

裂果果房の発生率が 3%以下であった F 園、G 園、H 園について、F 園は透水係数が 10^{-3} ~ 10^{-5} cm/秒であり、診断基準より低いが、気相率や土壌硬度は診断基準を満たしていた。

また、裂果の果房発生率が高いほ場は、容積比

重が大きい傾向を示した。

土壌化学性を第 10 表に示す。裂果が発生しやすいほ場と発生が少ないほ場において、土壌化学性に一様な傾向は認められなかった。

2) 土壌への圧縮空気注入処理が土壌物理性と裂果の発生に及ぼす影響

ブドウの裂果果房発生率を第 11 表に示す。処理区の裂果果房発生率は、D 園の 2022 年を除き、無処理区より 3.0~24.6%低下する傾向を示した。

気相率の推移を第 8 図に示す。処理区の気相率は、無処理区と比較して、A 園は 3~6 カ月程度、B 園は 3~4 カ月程度、D 園は 2~6 カ月程度、増加傾向を示した。透水係数の推移を第 9 図に示す。処理区の透水係数は、無処理区と比較して、A 園は 4~5 カ月程度、B 園は 4~5 カ月程度、D 園は 3~6 カ月以上、向上する傾向を示した。土壌硬度の推移を第 10 図に示す。処理区の土壌硬度は、無処理区と比較して、A 園は 2~5 ヶ月程度、B 園は 2~4 カ月程度、D 園は 2~3 カ月程度、低下傾向を示した。

果実品質を第 12 表に示す。果実品質は、処理区と無処理区間に差は認められなかった。

考 察

山梨県の現地ほ場において、生理障害であるモモの核割れおよびブドウの裂果が発生しやすいほ場の土壌理化学特性を調査した。

第8表 調査ほ場別のブドウの裂果果房発生率 (%) ^z

調査ほ場	2018年	2019年	2020年
A園	7.5	22.8	10.6
B園	5.5	1.0	10.0
C園	4.3	2.0	8.6
D園	5.7	1.0	5.4
E園	5.0	1.0	3.2
F園	2.3	1.3	1.9
G園	2.0	0.3	3.1
H園	2.0	0.3	3.1

^z調査果房数：2018年、2019年全園400果房、2020年A園、B園、C園、D園、F園500果房、E園、G園、H園、I園550果房

第9表 現地ブドウほ場の土壌物理性

調査ほ場	気相率 ^z (%)	透水係数 (cm/秒)	土壌硬度 ^z (mm)	容積比重 ^z (g/cm ³)
A園	14.9±1.6	$9.5 \times 10^{-4} \sim 7.2 \times 10^{-5}$	20.5±1.4	1.34±0.03
B園	15.6±2.5	$4.5 \times 10^{-4} \sim 3.7 \times 10^{-5}$	21.8±1.1	1.42±0.02
C園	9.1±0.9	$3.6 \times 10^{-3} \sim 9.1 \times 10^{-4}$	11.7±0.7	1.48±0.02
D園	10.7±1.7	$3.2 \times 10^{-4} \sim 2.0 \times 10^{-5}$	16.3±0.9	1.43±0.02
E園	18.8±1.1	$1.5 \times 10^{-3} \sim 6.0 \times 10^{-4}$	18.1±1.2	1.24±0.03
F園	18.7±2.2	$1.3 \times 10^{-3} \sim 2.7 \times 10^{-4}$	18.7±1.3	1.30±0.03
G園	26.4±1.3	$1.4 \times 10^{-3} \sim 3.8 \times 10^{-5}$	10.6±1.2	1.39±0.02
H園	16.9±0.8	$2.7 \times 10^{-3} \sim 5.1 \times 10^{-4}$	17.0±1.3	1.38±0.02

^z値は2018年から2020年における土壌0～30cmの平均値±標準誤差を示す (n=9)

第10表 現地ブドウほ場の土壌化学性^z

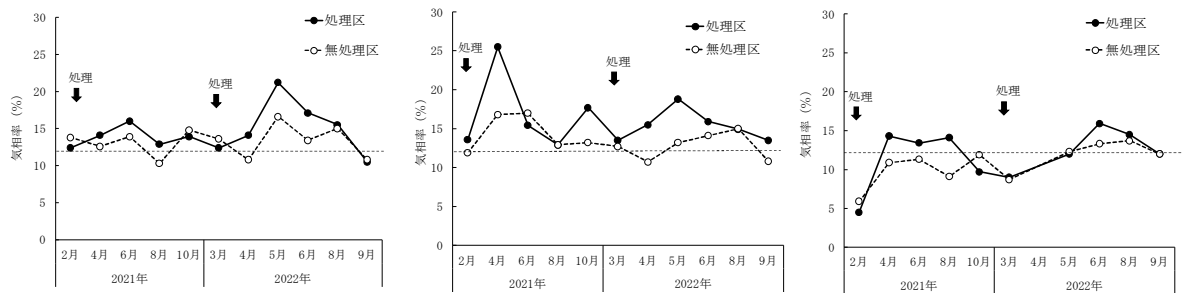
調査ほ場	土壌pH (H ₂ O)	可給態リン酸 (mg/100g)	交換性カリウム (mg/100g)	交換性カルシウム (mg/100g)	交換性マグネシウム (mg/100g)	全炭素 (%)	全窒素 (%)
A園	7.1±0.1	106.1±22.1	45.1±9.8	320.5±41.8	30.5±5.4	2.52±0.25	0.22±0.02
B園	6.9±0.1	121.6±25.7	40.7±2.2	854.1±113.6	49.8±2.4	2.23±0.36	0.19±0.03
C園	6.9±0.1	57.9±24.1	70.7±7.6	600.5±75.3	60.2±9.2	4.20±0.68	0.35±0.05
D園	7.1±0.1	83.8±13.3	16.7±1.5	456.8±62.4	40.8±3.9	1.64±0.14	0.15±0.01
E園	7.1±0.1	82.1±7.9	27.2±4.2	633.0±40.3	47.5±11.1	1.70±0.22	0.13±0.02
F園	6.8±0.1	71.3±19.4	16.6±3.0	71.8±15.4	55.2±9.2	1.40±0.14	0.13±0.01
G園	6.7±0.2	128.7±37.5	53.6±6.2	451.1±55.1	28.6±3.5	2.12±0.21	0.20±0.02
H園	6.7±0.1	59.4±6.2	24.0±2.8	552.8±79.0	41.2±3.3	1.94±0.11	0.16±0.03

^z値は2018年から2020年における土壌0～30cmの平均値±標準誤差を示す (n=9)

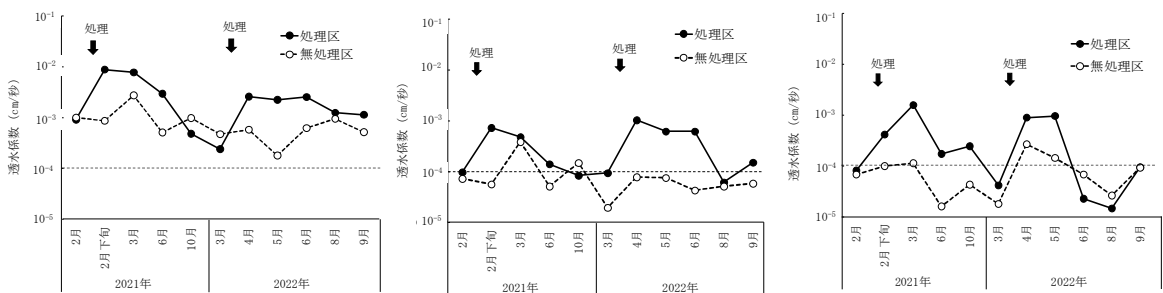
第11表 圧縮空気注入処理がブドウ裂果果房発生率に及ぼす影響^z

	試験区	2021年	2022年
A園	処理区	74.0	60.6
	無処理区	98.6	69.2
B園	処理区	21.7	13.6
	無処理区	43.3	18.2
D園	処理区	5.0	2.7
	無処理区	8.0	1.4

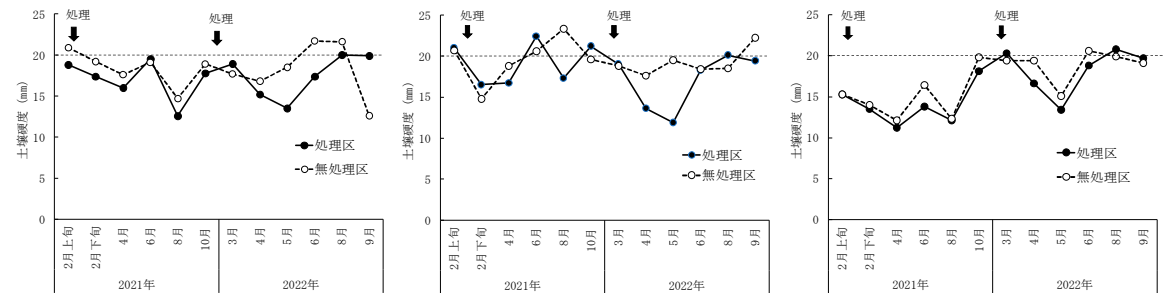
^z単位は%



第8図 ブドウ園の土壌への圧縮空気注入処理が土壌の気相率に及ぼす影響²
(左：A園、中：B園、右：D園)
²図中の横点線は土壌診断基準を示す



第9図 ブドウ園の土壌への圧縮空気注入処理が土壌の透水系数に及ぼす影響²
(左：A園、中：B園、右：D園)
²図中の横点線は土壌診断基準を示す



第10図 ブドウ園の土壌への圧縮空気注入処理が土壌硬度に及ぼす影響²
(左：A園、中：B園、右：D園)
²図中の横点線は土壌診断基準を示す

第12表 圧縮空気注入処理がブドウの果実品質に及ぼす影響²

調査ほ場	試験区	果房重 (g)	果粒数 (粒)	果粒重 (g)	糖度 (° Brix)	酸含量 (g/100ml)	果皮着色 (C.C.)
A園	処理区	608.7±11.0	37.6±1.1	16.6±0.2	17.3±0.7	0.59±0.01	8.4±0.6
	無処理区	592.2±19.6	38.4±1.1	15.9±0.4	17.5±0.1	0.58±0.04	8.1±0.4
B園	処理区	629.5±24.6	39.0±0.4	16.7±0.8	16.8±0.6	0.57±0.02	8.0±1.1
	無処理区	617.4±18.7	38.7±2.1	16.1±0.5	16.7±0.4	0.58±0.01	7.8±0.6
D園	処理区	543.8±29.9	37.2±0.8	15.1±0.3	17.3±0.6	0.58±0.01	7.8±0.7
	無処理区	584.6± 7.8	37.2±1.9	16.0±0.5	17.4±0.2	0.63±0.03	7.8±0.5

²値は2021年と2022年の平均値±標準誤差を示す (n=20)

モモの核割れ果が発生しやすいほ場の土壌物理性は、診断基準と比較し、気相率、透水係数が低く、土壌硬度が高い傾向を示した。ブドウの裂果が発生しやすいほ場は、土壌の気相率、透水係数、土壌硬度のいずれかが診断基準を満たしていない傾向を示した。さらに、調査ほ場が同じ土性であっても核割れや裂果が発生しやすいほ場は容積比重が大きく、土壌が緻密な傾向を示した。

荒河らは、クリにおいて凍害発生園ならびに枯死樹根域では、土壌の気相率および透水係数が低く、土壌硬度が高い傾向にあることを報告している⁸⁾。本試験の結果も、同様な傾向を示し、土壌物理性の低下が、生理障害であるモモの核割れおよびブドウの裂果の発生に影響している可能性が示唆された。

また、土壌物理性の低下により、土壌が硬く、気相率が低下すると、土壌の隙間が少なくなり、透水性や作物の根張りが悪くなる⁹⁾。森田らは、モモのポット栽培において、土壌中の酸素濃度が低下するに従い、地下部の生育が減少することを報告している¹⁰⁾。ブドウでは、通気性が悪く、酸素の供給程度が低い土壌では根の生育が劣ることが報告されている³⁾。本試験で、核割れや裂果が発生しやすいほ場は、土壌中の気相率が低く、土壌硬度が高い傾向を示し、土壌中の空気の供給や根の伸長が阻害されやすい土壌環境であったと考えられる。

さらに、モモの核割れの発生要因として、第1肥大期から硬核期にかけて幼果が急激に肥大することが挙げられる。果実の急激な肥大は、土壌乾燥時の過灌水、開花後の高温や大雨により生育が旺盛になった場合などで生じやすい¹¹⁾。

また、ブドウの裂果の発生要因として、果粒軟化期から成熟期の果皮強度が低下する時期に、降雨などにより土壌水分や空気中の湿度が高まり、根や果皮表面からの吸水が増加することで、果粒内の膨圧が高まり引き起こされることが挙げられる³⁾。核割れや裂果が発生しやすい調査ほ場は、透水係数が低い傾向にあり、ゲリラ豪雨や長雨、過乾燥などの影響により土壌水分の急激な変動を受けやすい土壌環境であったと推測される。

モモの核割れやブドウの裂果が発生しやすい

ほ場は、土壌物理性の低下により、根の伸長を阻害されやすく、土壌水分の急激な変動を受けやすい土壌条件であり、このような土壌条件は核割れや裂果の発生に影響する可能性が示唆された。

次に、現地ほ場の調査から、モモの核割れやブドウの裂果が発生しやすいほ場は土壌物理性が低下傾向を示したため、グロースガンを用いて土壌中に圧縮空気を注入する処理を行い、土壌物理性の改良効果およびモモの核割れやブドウの裂果の発生に及ぼす影響を検討した。

2月または3月にグロースガンによる圧縮空気の注入処理を実施すると、無処理区と比較し、処理区の土壌の気相率、透水係数および土壌硬度は3～6ヶ月程度改良される傾向を示した。高橋らは、圧縮空気を土壌中に処理することで土壌に亀裂を生じさせるなどの通気性を高める物理的な影響を及ぼしたと報告している¹²⁾。本試験も、グロースガンによる土壌中への圧縮空気の注入処理により、土壌中に隙間ができ、その隙間が空気や水の通り道となり、気相率、透水係数、土壌硬度が改善されたと推測された。

一方、改良された土壌物理性は処理後3～6カ月経過することで処理前と同等になった。これは土壌中にできた隙間が、農業機械による踏圧および土壌中の水の流れ、根や土壌生物の働きなどの影響により圧縮空気による改良効果が徐々に低下したためと推測される。なお、処理の効果は、土壌の種類や土の緻密さ、農作業の種類などにより、変化すると考えられる。

土壌物理性の改良により、モモの核割れ果発生率は0.9～19.7%、ブドウの裂果果房発生率は3.0～24.6%低下した。森らは、ナシ園に深耕と土壌改良資材を組み合わせると土壌物理性が改良すること、細根量が増加し、根の活性が高くなることを報告している¹³⁾。本試験条件は、土壌物理性の改良に土壌改良資材は使用せず圧縮空気のみでの処理であるが、土壌物理性は向上した。また、調査は実施していないが土壌物理性の向上に伴い根の生育は改善されていると推測される。

以上より、グロースガンによる圧縮空気注入処理により土壌物理性や根の生育が向上したことで、核割れ果発生率や裂果果房発生率が低下傾向を示

したと推測される。これらの結果から、生育期間中の土壌物理性の改良およびモモの核割れやブドウの裂果の抑制を目的としてグロースガンを用いる場合は、2～3月の処理が有効である。なお、グロースガン処理後は、土性により土壌の乾燥対策を実施する。

今後、長期的な土壌物理性の改良が可能な手法として、土壌改良資材の使用方法を検討する必要がある。なお、モモの核割れやブドウの裂果の発生は、土壌以外に品種特性や栽培管理の影響を大きく受ける。モモやブドウのさらなる高品質安定生産に向けて、品種、樹相などに応じた適切な栽培管理を遵守した上で、土壌物理性の改良をする必要がある。

摘 要

果樹栽培において、温暖化や急激な気象変動による生理障害の多発が懸念されている。生理障害の発生要因は、品種特性や栽培管理以外に土壌の影響も推測される。そこで、モモの核割れ、ブドウの裂果が発生しやすい現地ほ場の土壌理化学特性を調査するとともに、土壌物理性の改良がモモの核割れ、ブドウの裂果の発生に及ぼす影響を検討した。

1. モモの核割れやブドウの裂果が発生しやすい現地ほ場は、山梨県土壌診断基準と比較して、土壌の気相率や透水係数が低く、土壌硬度が高い傾向にある。
2. 土壌物理性を改良するために、グロースガンにより土壌中に圧縮空気を注入処理すると、土壌の気相率、透水性、土壌硬度は改良され、その効果は3～6カ月程度維持される。
3. 2～3月の生育期前に土壌物理性を改良すると、モモの核割れ果やブドウの裂果の発生が低下傾向を示す。

引用文献

- 1) 杉浦俊彦・黒田治之・杉浦裕義 (2007) . 温暖化がわが国の果樹生産に及ぼしている影響の現状. 園学研 6 : 257-263.
- 2) 農文協 (2000). 果樹園芸大百科 5 モモ. P383-387. 農文協. 東京.

- 3) 農文協 (2017). ブドウ大事典. P807-813. 農文協. 東京.
- 4) 松岡かおり (2019) . 果実の収量や品質を左右する土壌の物理性および化学. 農業および園芸 94 : 567-578.
- 5) 経済企画庁総合開発局 (1973). 土地分類図 (山梨県).
- 6) 土壌環境分析法編集委員会編 (1997). 土壌環境分析法. 博友社. 東京.
- 7) 山梨県農政部農業技術課 (2011). 山梨県農作物施肥指導基準. 山梨.
- 8) 荒河匠・神尾真司・堀井幸江・井上博道・西垣孝 (2023) . 岐阜県におけるクリ凍害発生状況と土壌物理性の関係. 岐阜県中山間農業研究所研究報告 18 : 24-29.
- 9) 安西徹郎 (2016). だれにもできる土の物理性診断と改良. JA 全農肥料農薬部編. 農文協. 東京.
- 10) 森田義彦・西田光夫 (1951). 果樹の生育に及ぼす土壌の物理的組成の研究 II 土壌空気と植生の関係 (第4報). 桃, 豆柿実生の生育に及ぼす土壌空気中の酸素濃度の影響. 園芸学会雑誌 20 : 137-143.
- 11) 公益社団法人山梨県果樹園芸会 (2004) . モモの郷から～おいしい桃のできるまで～. 山梨.
- 12) 高橋輝昌・石井匡志・荻野淳司 (2024). 圧縮空気を使ったエアレーションによる土壌物理性改善効果の検証. 日緑工誌 50 : 59-62.
- 13) 森聡・松家義克 (2013) . 深耕と土壌改良資材処理によるナシの樹勢向上. 農生技管誌 20 : 95-101.

Soil Physical and Chemical Properties in Fields Susceptible to Peach Stone Cracking and Grape Cracking in Yamanashi Prefecture and the Effect of Soil Physical Property Improvement on the Incidence of Peach Stone Cracking and Grape Cracking

Osamu KATO¹, Ryo KIRIHARA and Takahiro TEZUKA

Yamanashi Fruit Tree Experiment Station, Ezohara, Yamanashi 405-0043, Japan

Current address:

¹ Yamanashi Kyoto Agriculture Office

Summary

In fruit cultivation, there are concerns that physiological disorders will become more frequent due to global warming and weather changes. The causes of physiological disorders are thought to be influenced by the soil, in addition to the variety and cultivation management. We investigated the physical and chemical properties of soil in fields prone to peach kernel cracking and grape cracking. In addition, we investigated the effect of improving soil physical properties on the occurrence of these disorders.

1. Fields where peach kernel cracking and grape cracking are likely to occur tend to have lower soil air ratios and hydraulic conductivity and higher soil hardness as compared to Yamanashi Prefecture soil diagnosis standards.
2. By treating the soil with compressed air using a growth gun, the soil's air ratio, permeability, and soil hardness can be improved, and the effects can be maintained for three to six months.
3. Improving soil physical properties using a growth gun in February or March reduced the incidence of stone cracking in peaches and cracking in grapes.