

醸造用ぶどうにおける土壌の生育阻害要因と物理性改良法

道総研中央農業試験場 塚本康貴 ○須田達也

道総研酪農試験場 板垣英祐

I. はじめに

北海道における醸造用ぶどう専用品種の栽培面積は2018年産で355 ha（全国1位）、収穫量は1,221 ton（全国2位）と一大産地である¹⁾。近年の道産ワインの評価や期待が高まるなか、道内のヴィンヤードやワイナリー数は後志や空知を中心に急増している²⁾。新規参入者が地域に根差し、ワイナリーが地域の特色を示すためにはこれまで以上に醸造用ぶどうの生産性を高めることが必要であるが、道内には定植後の生育が不良で生産性の劣る醸造用ぶどう栽培圃場が存在する。生育不良の要因として地域の気象条件の他に土壌による影響が想定されるが、具体的な阻害要因ならびに改良法は明らかにされていない。そこでぶどう樹の生育に影響を及ぼす土壌要因を明らかにし、不良要因に対応した改良法に関して生産者が実施可能な土層改良を行い施工効果を示すとともに、土壌物理性の改良法として提案したので報告する。

II. 試験方法

1) 醸造用ぶどうの生育と土壌理化学性に関する実態調査

後志8圃場、空知他（石狩、上川を含む）11圃場（台地土が8割）において、各圃場内で品種、定植年がほぼ同一な生育不良地点と、不良地点より生育良好な対照地点を選定し、土壌断面調査ならびに土壌理化学性の分析を実施し、生育と土壌理化学性の関係について検討した（表1）。

表1 実態調査圃場概要一覧

圃場名	品種名	生育状況	定植年	調査年	土壌群	作土土性	圃場名	品種名	生育状況	定植年	調査年	土壌群	作土土性
後志1	ピノノワール	対照	2010	2017	褐色森林土	LiC	石狩3	ピノノワール	対照	2019	2021	造成土	LS
		不良	2010		灰色台地土	SiC			砂丘未熟土	S			
後志2	シャルドネ	対照	2008	2017	褐色森林土	LiC	空知1	シャルドネ	対照	2011	2017	灰色台地土	LiC
		不良	2008		褐色森林土	LiC			灰色台地土	LiC			
後志3	ミュラー トゥルガウ	対照	2017	2018	褐色森林土	CL	空知2	シャルドネ	対照	2016	2018	褐色森林土	LiC
		不良	2017		黒ボク土	SL			灰色台地土	LiC			
後志4	シラー	対照	2016	2018	黒ボク土	CL	空知3	ピノグリ	対照	2015	2018	褐色森林土	L
		不良	2016		黒ボク土	SL			褐色森林土	SL			
後志5	メルロー	対照	2015	2020	褐色森林土	SL	空知4	ピノノワール	対照	2011	2020	褐色森林土	LiC
		不良	2015		褐色森林土	LiC			灰色台地土	CL			
後志6	ピノノワール	対照	2019	2020	グライ台地土	HC	空知5	レンベルガー	対照	2015	2021	褐色森林土	SiC
		不良	2019		灰色台地土	LiC			灰色台地土	SiC			
後志7	カベルネ・フラン	対照	2019	2020	褐色森林土	LiC	空知6	ピノノワール	対照	2015	2021	褐色森林土	LiC
		不良	2019		灰色台地土	LiC			灰色台地土	LiC			
後志8	ケルナー	対照	2015	2021	褐色森林土	LiC	上川1	ピノノワール	対照	2017	2020	褐色森林土	LiC
		不良	2015		褐色森林土	LiC			褐色森林土	LiC			
石狩1	リースリング	対照	2014	2019	褐色森林土	CL	上川2	バッカス	対照	2011	2020	灰色低地土	LiC
		不良	2014		褐色森林土	LiC			灰色低地土	LiC			
石狩2	ピノノワール	対照	2011	2019	褐色森林土	LiC							
		不良	2011		褐色森林土	LiC							

2) 生産者が実施可能な土壌物理性改良法の開発

(1) 全層心土破碎による堅密層の改良

空知、上川地域における作土下の浅くから土壌が堅密で生育不良な A~D の 4 圃場において、ぶどうの果房収穫後の 10~11 月、あるいは融雪後の 4 月に、全層心土破碎（松山株式会社製パラソイラー）を施工した全層心破区ならびに未施工の無処理区を、各処理区内の樹が 20 個体以上になるように 3 反復で設置した。施工は樹列の片側に、株元から約 40cm の位置で、施工深さ約 40cm で行った。なお A、B 圃場では同一処理区で 2 度試験を実施し、B 圃場にはサブソイラを用いた心破区を加え、C-2 圃場では全層心破を定植前に施工した（表 2）。

表 2 全層心土破碎施工圃場概要一覧

圃場名	施工時期	施工年月	品種	定植年 (年)	土壌群	地形 (勾配)	処理区 ¹⁾	作土厚 (cm)	層位	土性	土壌硬度 (mm)
A-1	定植後	2018年10月	シャルドネ	2012	灰色台地土	傾斜地 (8%)	全層心破 無処理	20	1	LiC	21
A-2		2019年10月							2	SiC	25
B-1	定植後	2018年10月	ツヴァイゲルト	2015	褐色森林土	緩傾斜地 (4%)	全層心破 心破 無処理	15	1	LiC	20
B-2		2020年4月							2	LiC	22
C-1	定植後	2021年4月	ピノグリ	2019	褐色森林土	平坦 (1%未満)	全層心破 無処理	9	1	CL	18
C-2	定植前	2019年5月							2	LiC	29
D	定植後	2020年4月	ツヴァイゲルト	2015	褐色森林土	緩傾斜地 (2%)	全層心破 無処理	21	1	CL	25
									2	CL	25

- 1) 全層心破：パラソイラー、心破：サブソイラを使用。
2) 作土厚、層位、土性、土壌硬度の値は無処理区の値。

(2) 排水不良圃場への排水改良

傾斜下部で滞水状態を呈していた圃場（表 3 での E 圃場）、ならびに湧水が原因と思われる排水不良部が存在する圃場（表 3 での F 圃場）において、それぞれの状況に応じた排水改良を実施した。なお対策については全て農家が自ら施工した。E 圃場では傾斜下部の通路沿いに排水用の疎水材暗渠を埋設し、ぶどう樹列間中央部に弾丸暗渠を疎水材暗渠に接続するよう施工した。F 圃場では列間の過湿状態となっている場所に穿孔暗渠ならびに疎水材暗渠を埋設した（表 3）。

表 3 排水改良実施圃場概要一覧

圃場名	品種	定植年	調査年	土壌群	地形	畝間 (m)	樹間 (m)	排水処理
E	ピノノワール	2011	2020	灰色台地土	傾斜地 勾配6%	2.5	1.2	排水用疎水材暗渠造成（延長100 m） + 畝間に弾丸暗渠（延長80 m）
F	ツヴァイゲルト	2012	2020~ 2021	褐色森林土	傾斜地 勾配17%	2.5	2.2	既存の疎水材暗渠 + 畝間に穿孔暗渠（延長10 m） 湧水部に疎水材暗渠（延長7 m）

Ⅲ. 試験結果

1) 醸造用ぶどうの生育と土壤理化学性に関する実態調査

現地実態調査で得られた、ぶどう樹の生育が不良な地点での土壤理化学性および土壤断面の特徴を表4に示す。地域全体の傾向として、生育不良地点は対照地点に比べて作土が浅く、作土下の浅くから堅密で亀裂や孔隙が少なく、窒素やリン酸肥沃度の低い土壤環境であることが推察された。また透水不良や斑紋、グライ反応などの余剰水停滞による排水不良の影響を受けている圃場も認められた。生育不良地点では作土が流された傾斜上部や圃場造成時の切土部など、土壤理化学性の不良な母材が作土下の浅い位置から出現していると考えられた。

生育不良地点の地域の特徴として、後志は作土下が堅密で亀裂や孔隙の少ない土壤物理環境に加えて熱水抽出性窒素や有効態リン酸が極度に低い土層が生育に影響していることが想定され、空知や上川、石狩地域では作土が浅いため、作土下の不良な土壤理化学性の影響をより強く受けていることが推察された。

以上のことから、いずれの地域においても生育不良地点では非常に高い割合で土壤物理性が不良であるため、堅密な土層を破碎し排水改良を行う必要があった。

2) 生産者が実施可能な土壤物理性改良法の開発

(1) 全層心土破碎による堅密層の改良

① 全層心土破碎による土壤物理性の変化

作土下が堅密な醸造用ぶどう樹列間への全層心土破碎の施工により、施工深度までの貫入抵抗値が明らかに低下し(図1)、土壤の浸透能や土壤物理性の値が改

表4 生育不良地点での土壤理化学性および土壤断面の特徴

土壤理化学性および土壤断面に関する項目		全調査圃場数に対する割合(%)		
		全体 (n=19)	後志 (n=8)	空知他 (n=11)
土壤物理性	作土下の浅くから堅密 ¹⁾	89.5	87.5	90.9
	粗孔隙量が少ない ²⁾	68.4	62.5	72.7
	固相率が高い ³⁾ (=孔隙量が少ない)	52.6	25.0	72.7
	透水不良 ⁴⁾	52.6	37.5	63.6
土壤断面	無構造(壁状)の存在 ⁵⁾	73.7	75.0	72.7
	作土が浅い	68.4	50.0	81.8
	斑紋の存在 ⁵⁾	63.2	62.5	63.6
化学性	グライ反応(±以上) ⁵⁾	36.8	37.5	36.4
	作土下の窒素肥沃度が低い ⁶⁾	68.4	87.5	54.5
	作土下のリン酸肥沃度が低い ⁷⁾	57.9	87.5	36.4

- 1) 作土下40cm以内で土壤硬度20mm以上かつ対照地点より高い値。
- 2) 作土下40cm以内で粗孔隙率15%未満かつ対照地点より低い値。
- 3) 作土下40cm以内で固相率50%以上かつ対照地点より高い値。
- 4) 作土下40cm以内で飽和透水係数 10^{-5} cm/s以下かつ対照地点より低い値。
- 5) 対照地点より地表下の浅くから出現する条件。
- 6) 第2層の熱水抽出性窒素が対照地点より低くかつ3mg/100g未満。
- 7) 第2層の有効態リン酸が対照地点より低くかつ10mg/100g未満。

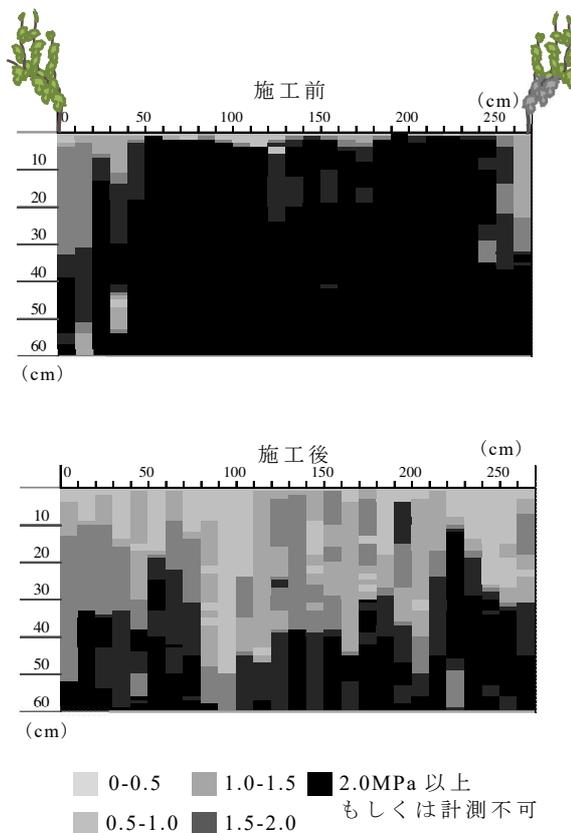


図1 醸造用ぶどう樹列間への全層心土破碎による貫入抵抗値の変化

善した（表 5）。心破区では破碎刃通過部周辺の貫入抵抗値は低下したがその影響範囲は全層心破区に比べ部分的であり、土壤物理性の変化は判然としなかった。また全層心土破碎の施工による土壤物理性の改善傾向は、定植前に施工した場合においても同様に認められた（表 5）。

②全層心土破碎が醸造用ぶどうの生育収量に与える影響

全層心土破碎施工後の醸造用ブドウの生育収量結果を表 6 に示す。施工後 1 作目では有意差は認められないものの無処理区に比べて生育収量の値が高く、施工後 2 作目では有意に高い圃場も認められた。心破区は施工後 1 作目は判然としなかったものの、施工後 2 作目では全層心破区に次いで無処理区より有意に増収した。また、定植前の全層心土破碎施工圃場における初収穫時（施工後 3 作目）の収量も有意に高かった。

以上より、醸造用ブドウの定植後においても堅密土層の破碎により生育収量が改善し、その効果は土層を全体的に破碎できる全層心土破碎で高いことが示された。

表 5 醸造用ぶどうへの全層心土破碎が土壤物理性に与える影響

圃場名 (施工時期)	試験処理	深さ (cm)	全孔隙量 ($m^3 \cdot m^{-3}$)	粗孔隙量 ($m^3 \cdot m^{-3}$)	飽和透水系数 ($cm \cdot s^{-1}$)	インテーク I_b ($mm \cdot h^{-1}$)
A-1 (定植後)	全層心破	20	0.58	0.19	1.2×10^{-2}	1346
		40	0.60	0.21	7.5×10^{-3}	
	無処理	20	0.49	0.08	5.4×10^{-4}	0.5
		40	0.49	0.05	5.7×10^{-5}	
B-1 (定植後)	全層心破	20	0.58	0.20	2.7×10^{-3}	779
		40	0.54	0.12	8.5×10^{-5}	
	心破	20	0.73	0.29	8.5×10^{-3}	—
		40	0.47	0.04	9.2×10^{-7}	
	無処理	20	0.50	0.08	6.5×10^{-5}	17
		40	0.53	0.08	5.0×10^{-6}	
C-2 (定植前)	全層心破	20	0.50	0.14	3.2×10^{-3}	402
		40	0.58	0.25	9.5×10^{-3}	
	無処理	20	0.47	0.09	1.0×10^{-3}	43
		40	0.44	0.03	5.0×10^{-6}	
D (定植後)	全層心破	20	0.58	0.27	5.4×10^{-3}	—
		40	0.54	0.24	5.4×10^{-3}	
	無処理	20	0.44	0.10	5.6×10^{-4}	—
		40	0.46	0.06	4.0×10^{-6}	

1) 20 cm 深の全孔隙量、粗孔隙量、飽和透水系数ならびに 40 cm 深の粗孔隙量、飽和透水系数、インテーク I_b に関して、分散分析により全層心破区と無処理区との間に有意差あり ($p < 0.05$)。

2) 表中の値は平均値 ($n = 3$)。

表 6 醸造用ぶどうへの全層心土破碎が生育収量に与える影響

圃場名	施工年月	施工時 樹齢	試験処理	施工後1作目				施工後2作目			
				新梢数 (本・樹)	房数 (個・樹)	収量 ($g \cdot m^{-2}$)	収量 比 (%)	新梢数 (本・樹)	房数 (個・樹)	収量 ($g \cdot m^{-2}$)	収量 比 (%)
A-1	2018年10月	7	全層心破	14.6	17.6	253	135	—	—	—	—
			無処理	14.1	14.3	188	—	—	—	—	
A-2	2019年10月	8	全層心破	20.4	29.0	470	130	—	—	—	—
			無処理	16.4	23.7	361	—	—	—	—	
B-1	2018年11月	4	全層心破	6.2	15.1	455	185	—	—	—	—
			心破	5.8	10.6	299	122	—	—	—	—
			無処理	4.5	8.6	246	—	—	—	—	
B-2	2020年4月	5	全層心破	9.8	20.6	966	115	12.0	19.0 a	1489 a	229
			心破	8.2	21.0	776	93	12.7	18.5 a	1073 b	165
			無処理	8.4	24.1	839	—	11.7	13.6 b	651 c	—
C-1	2021年4月	3	全層心破	5.5	6.0	182	146	—	—	—	—
			無処理	5.7	5.4	124	—	—	—	—	
D	2020年4月	5	全層心破	9.9	19.5	860	106	13.3	20.8	948	123
			無処理	11.7	19.4	815	—	14.1	16.4	770	—
C-2 ²⁾	2019年5月	定植前	全層心破	—	—	—	—	6.6	8.2	424 a	265
		施工	無処理	—	—	—	—	6.8	6.1	160 b	—

1) 全層心破：パラソイラー，心破：ハーソイラーを使用。樹列に対して片側で施工。

2) 定植前の全層心破施工で，生育収量の値は施工後 3 作目の値。

3) 表中の値は平均値 ($n = 3$)。

4) 処理区ごとの異なるアルファベット間に有意差あり (tukey 法, $p < 0.05$)。

(2) 排水不良圃場への排水改良

① 傾斜圃場における傾斜下部への疎水材暗渠造成

6%程度の傾斜があるE圃場(表3)において、農家が排水対策として樹列間に弾丸暗渠を施工したが、弾丸暗渠により集水された余剰水を圃場外に排出する施設がないため、傾斜下部の弾丸暗渠の施工部末端ならびに傾斜下部一帯が滞水状態となっていた。そこで傾斜下部の通路沿いに、バックホウを用いて疎水材暗渠(ビリ砂利疎水材、暗渠管径80mm)を設置した(写真1)。作業は2~3名体制で100mほどの延長を8時間程で終了した。その後再度弾丸暗渠を暗渠疎水材に接続するように施工した。翌年春の暗渠からの排水状況は、まとまった降雨後の速やかな排水が認められ(図2)、圃場内の滞水状況も改善された。



写真1 傾斜下部通路沿いに施工した疎水材暗渠

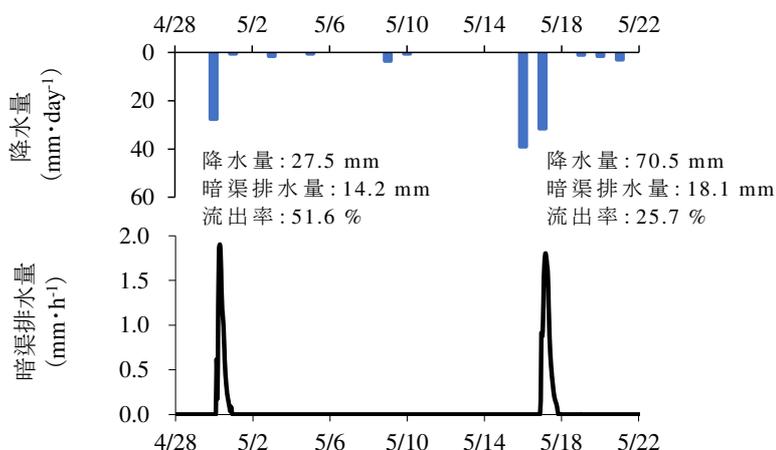


図2 傾斜下部通路沿いへの疎水材暗渠設置後の暗渠排水量(2021年)

② 湧水部への穿孔暗渠ならびに疎水材暗渠造成

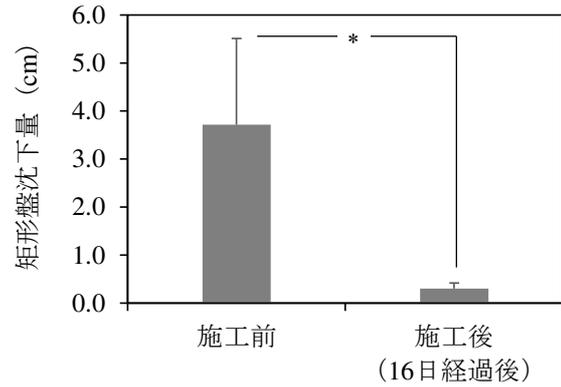
17%程の傾斜があるF圃場(表3)において、斜面中腹部の樹列間の一部が過湿状態や常時滞水状態となっており、ぶどうの栽培や農作業機械の走行が困難な状態であった。不良部の近傍にため池があることから、ため池からの湧水によるものと思われた。

樹列は傾斜上部から下部に向かう配列で、滞水部の下部に樹列と直角方向に既設の疎水材暗渠が埋設されていたことから、生産者の所有トラクタが20PS程度であることを考慮し、低馬力トラクタでの施工が可能な穿孔暗渠機(カットドレンmini)を用いて不良部から暗渠疎水材に交わるように施工した(写真2)。穿孔暗渠の施工により過湿状態や滞水が解消されたが、施工した場所の一部では翌年春に再び過湿な状態となっていた。穿孔暗渠の施工で形成された亀裂や孔隙が再び湧水により閉塞したことが考えられたため、過湿部から既設暗渠埋設位置までの延長7mを深さ40cmほどまで人力掘削し、管径100mmの暗渠管ならびに火山礫を用いた疎水材暗渠を設置した。作業は3名で概ね2時間で終わった。

過湿部への疎水材暗渠の埋設により、接続した暗渠出口からの排水状況を確認でき、過湿状態は解消され、施工から16日が経過した後の地耐力は施工前の状態より大幅に改善された(図3)。ぶどうの栽培や農作業機械による防除、除草作業が可能となり、その後現在に至るまで良好な状態を維持している。



写真 2 滞水部への穿孔暗渠の施工



1) エラーバーは標準偏差 (n = 7)
2) *: 5%水準で有意差あり(t検定)

図 3 湧水部への暗渠排水施工前後の地耐力

3) 生産者が実施可能な土壌物理性改良法

以上の結果を元に、疎水材暗渠が整備されていない醸造用ぶどう栽培圃場に対して、ぶどう樹列の傾斜下部端に集水用の疎水材暗渠を列に交差する方向に埋設し、列間に施工する土層改良機の破砕刃を暗渠疎水材や排水路に接続させる土壌物理性改良法を示した(図4)。なお暗渠排水施設が整備されている圃場に関しては、これまで指導されており、圃場内で行う土層改良機の破砕刃を、埋設されている暗渠疎水材に交わるように施工することで対応可能である。

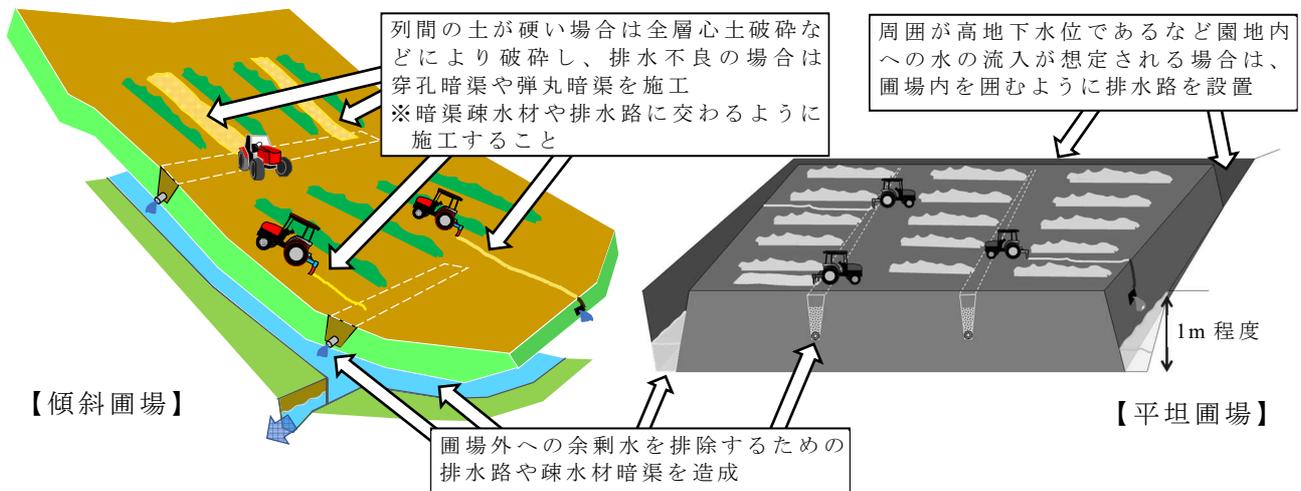


図 4 醸造用ブドウ栽培圃場における土壌物理性改良法 (暗渠排水施設が未整備な圃場)

IV. おわりに

今回、醸造用ぶどう栽培圃場での実態調査の結果より、土壌物理性の改良法について検討したが、作土下の窒素肥沃度やリン酸肥沃度の低い生育不良地点も一定数存在することが認められた。今後は土壌物理性の改良とともに、作土や作土下の土壌肥沃度を向上させる方法の検討も必要である。

【引用文献】

- 1) 農林水産省 (参照 2021.12.3) : 平成 30 年産特産果樹生産動態等調査, 政府統計の総合窓口, (オンライン), 入手先 <https://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/hozen_type/h_dozyo/houritu.html>
- 2) 北海道農政部 (2021) : 醸造用ぶどう導入の手引 (改訂第3版), p. 4.