

土層の収縮, 亀裂形成に関する要因の解析

野澤典子・佐藤一良・浅野真澄・斉藤公夫

(宮城県農業センター)

Factors Related to Soil Shrinkage and Crack Formation
in the Paddy Soil Layers

Noriko NOZAWA, Kazuyoshi SATO, Masumi ASANO and Kimio SAITO

(Miyagi Prefecture Agricultural Research Center)

1 はじめに

水田農業確立対策の一環として田畑輪換がすすめられているが、低湿な土壌が多く分布する宮城県においては、基盤整備事業による排水改良等により、初めて田畑輪換の圃場条件が整う圃場が多い。このような場合、低湿水田から畑条件へと、土層の水分条件の急激な変化が起き、それに伴う土壌の収縮、亀裂発生がみられるため、それに応じた耕盤管理、排水など土壌管理を行うとともに、復元時の田面不均平化、漏水の懸念にも対処する必要がある。今後の円滑な田畑輪換のためには、乾燥に伴う土壌の収縮、亀裂発生を予測することが大切であると考え、土壌の収縮に関係する要因について検討を行った。

2 試験方法

(1) 供試土壌

1989年度土壌環境基礎調査重要定点の中で、水田土壌の三相コア試料、55点について土壌の収縮率の調査を行った。全炭素、粘土含量、他の理化学性については、あわせて採取した層位別風乾細土試料の分析値を用いた。

(2) 収縮率の測定方法

実容積、透水性の調査を終えた、採土管（高さ5.1cm×直径5.0cm、容積100cm³）の中の土壌三相コア試料を室内で2週間風乾し、管上面からの土壌コアの高さの減少及び、管内壁からの直径の減少を測定して下式により風乾収縮率を求めた。更に、105℃で2日間乾燥後の収縮率を乾燥収縮率とした。

$$\text{収縮率} = \frac{\text{乾燥コア高}}{\text{原コア高}} \times \left(\frac{\text{乾燥コア直径}}{\text{原コア直径}} \right)^2$$

表1 収縮率と土壌の理化学性との重回帰

層位	点数	Y	項 目			係 数			定数	F 値			相関係数
			X ₁	X ₂	X ₃	X ₁	X ₂	X ₃		X ₁	X ₂	X ₃	
全 層	53	風乾収縮率	C	E	C	-0.320	-0.612	-0.389	130.0	7	28	24	0.884
		乾燥収縮率	液	相	率	-0.567	-0.452	20.583	99.0	20	46	23	0.880
作 土 層	21	風乾収縮率	粘	土	含	-0.681	-0.653		129.3	30	12		0.838
下層 (灰・ 灰褐, 黄・ 黄褐土)	20	風乾収縮率	液	相	率	-0.893	-0.542		143.3	92	56		0.955

(3) 統計解析

重回帰分析により、収縮率を最もよく説明する因子について調べた。

3 試験結果及び考察

全試料についての統計解析の結果、風乾収縮率を説明する因子としては、陽イオン交換容量 (CEC)、液相率、粘土含量があげられ、相関係数は、0.884であった。乾燥収縮率については、液相率、粘土含量があげられ、相関係数は0.880であった (表1)。重回帰式によって求めた風乾収縮率の予測値と実測値の関係を図1に示した。

土壌の特性と収縮率との関係を調べるため、作土と下層土に分け、次に泥炭、黒泥、グライ、灰・灰褐、黄・黄褐、黒ボク土壌に分け、更に土性により分類した収縮率の平均、標準偏差、範囲を表2に示した。まず、風乾収縮率と乾燥収縮率の差についてみると、泥炭土壌ではその差は11.1%と大きかったが、他の土壌では1~2%と小さかった。したがって、植物体繊維が認められる場合以外は風乾状態でほぼ収縮は完了するものと考えられる。

作土及び下層土の灰・灰褐、黄・黄褐土壌では土壌特性による、特定の傾向は認められなかった。重回帰分析を行った結果、これらの土壌の風乾収縮率を説明する因子として、いずれも粘土含量、液相率があげられ、高い相関係数が得られた (表1)。予測値と実測値の関係は図2、図3に示した。

下層土の泥炭、黒泥、グライ土壌は土性によりほぼ一定の傾向を示した。泥炭は、風乾収縮率の平均が42%と、他の土壌に比べて収縮が大変大きく、105℃乾燥により30.9%と更に収縮するのが特徴であった。黒泥は、土性が粘

表2 作土, 下層土及び特性別収縮率

土 壤	土 性	点数	風乾収縮率 (%)			乾燥収縮率 (%)		
			平 均	標準偏差	範 囲	平 均	標準偏差	範 囲
作 土	黒 泥	粘土質	1	86.3		84.3		
	グ ラ イ	粘土質	1	73.5		72.2		
	灰・灰褐	粘土質	6	80.2	2.71 76.4 ~ 83.3	78.1	1.94	75.3 ~ 80.1
	灰・灰褐	強粘土質	10	70.9	9.81 51.6 ~ 82.8	68.8	9.72	50.7 ~ 80.7
	黄・黄褐	強粘土質	2	71.1	3.75 68.4 ~ 73.7	70.6	4.24	67.6 ~ 73.6
	黒 ボ ク	粘土質	1	79.1		78.4		
下 層 土	泥 炭	—	2	42.0	2.55 40.2 ~ 43.8	30.9	2.83	28.9 ~ 32.9
	黒 泥	粘土質	1	79.4		78.0		
	黒 泥	強粘土質	3	71.3	2.13 69.4 ~ 73.6	66.6	2.49	63.8 ~ 68.5
	グ ラ イ	砂 質	1	94.9		93.7		
	グ ラ イ	粘土質	2	80.4	0.28 80.2 ~ 80.6	78.8	1.13	78.0 ~ 79.6
	グ ラ イ	強粘土質	2	74.0	10.39 66.6 ~ 81.3	69.2	13.43	59.7 ~ 78.7
	グ ラ イ	" (HC)	2	60.0	0.35 59.7 ~ 60.2	58.1	0.85	57.5 ~ 58.7
	灰・灰褐	壤 質	1	86.5		71.5		
	灰・灰褐	粘土質	6	86.7	3.10 82.1 ~ 90.2	84.7	2.43	81.1 ~ 87.8
	灰・灰褐	強粘土質	7	74.0	12.39 57.3 ~ 88.4	70.2	15.62	44.1 ~ 86.2
	灰・灰褐	" (HC)	3	66.4	7.47 57.9 ~ 71.9	61.9	7.23	53.8 ~ 67.7
	黄・黄褐	粘土質	1	86.4		83.8		
	黄・黄褐	強粘土質	3	85.8	7.51 77.8 ~ 92.7	83.2	10.00	72.1 ~ 91.5

土質では79.4%, 強粘土質は平均71.3%, 範囲は69.4~73.6%で, 粘土含量が高くなるほど収縮が大きくなった。グライ土壌でも, 風乾収縮率は砂質で94.9%, 粘土質で80.4%, 強粘土質で74%, 強粘土質のうちHCでは60%となり, 粘土質になるほど収縮が大きくなった。泥炭, 黒泥, グライ土の湿潤土層は水分飽和しているため, 土性のみで収縮率が決定される結果となったものと考えられる。

以上のことから, 収縮率の主要因は土性と水分であることが明らかになった。このように土壤指標の組合せにより,

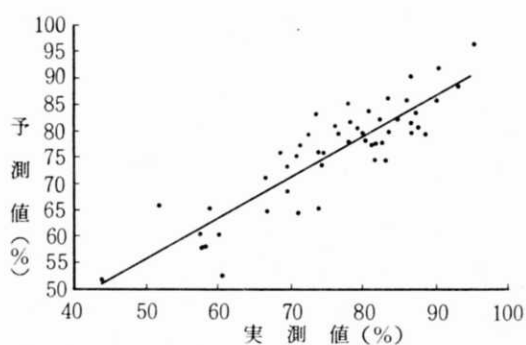


図1 全層における収縮率の予測, 実測の関係

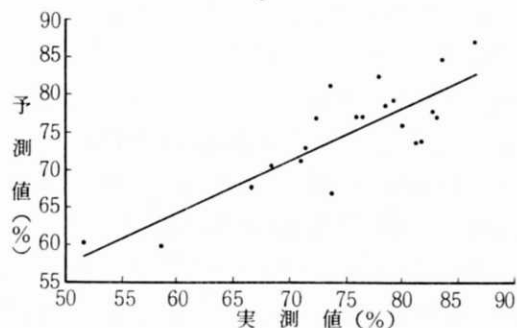


図2 作土層における収縮率の予測, 実測の関係

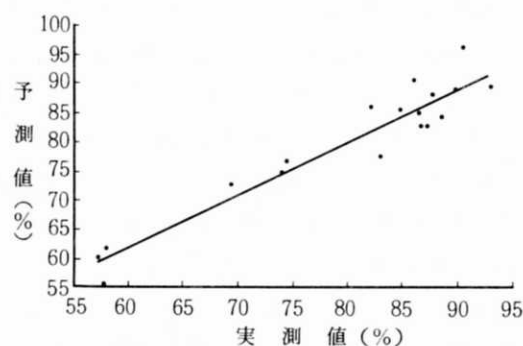


図3 灰・灰褐, 黄・黄褐土壌における収縮率の予測, 実測の関係

土層類型別に収縮, 亀裂発生 of 強さを的確に判断することができるようになり, 地盤の均平化, 排水改良などの土地改良対策に活用が期待できる。

しかし, 本調査では土壤の収縮限界に近い状態で測定しているため, 今後圃場条件に近い, すなわち, 水分飽和土壤の脱水過程における変化の調査, 圧密状態での変化の調査に取り組む必要があると思われる。

4 ま と め

重回帰法で検討した結果, 土壤の収縮の主要因は粘土, 液相率 (水分) であることが明らかとなった。

黒泥, グライ土の湿潤土層は水分飽和しているため土性別に収縮率が一定となり, 粘質ほど収縮が大きくなった。

泥炭土層は著しく収縮が大きく, 風乾から乾土への水分の減少により, 更に収縮するのが特徴であった。

それ以外の土層も, 水分と粘土含量がわかれば, 収縮について予測することが可能である。