

耕耘管理による土壌の圧縮性の変化

The increase in compressibility due to improper tillage system

○相馬 尅之*・寺田 大輔**

Katsuyuki SOMA & Daisuke TERADA

1. はじめに

耕耘管理とは、播種・定植後の作物生育（発芽・活着・根系形成）の適正化を図るために表層土（播種・定植域）の物理的構造を良好な状態に再構成することである。一般的な耕耘管理の工程は、前作の営農管理で圧縮された表層土を切削する「耕起」と、切削された土塊を細分割する「砕土」から成り、総じて「過剰な耕耘」になっている¹⁾。農地における土壌圧縮は主として排水機能を担うマクロ間隙を縮小させる「締固め」であり、「耕起」のみで締固めにより縮小したマクロ間隙を再生できるはずであるが、土壌の膨軟化と称する「過度の砕土」が耕起後に実施されているのが現状である。本報告は、耕耘管理における「過度の砕土」の実体を土壌の圧縮性の面から明らかにしたものである。

2. 方 法

1) 黒ボク土畑圃場の物理的構造

北海道の畑作において慣行的な「プラウ反転耕起・ロータリ攪拌砕土」の耕耘管理²⁾を行っている網走地域（網走市山里）の黒ボク土畑圃場を対象とした。畑圃場の物理的構造を図1に示す。上はビート収穫後のもので、Ap1層はロータリ攪拌砕土後の営農管理で圧縮された土層、Ap2層は前作の営農管理で圧縮されたものがプラウ耕起により反転置換された土層である。また下のAp1層は、上のAp2層がプラウ耕起により反転置換された後、ロータリ攪拌耕によって「過度の砕土」を受けた土層であり、Ap2層は上の圧縮されたAp1層がプラウ耕起により反転置換されたものである。Ap1～C1層は同一母材から土層分化したものであるにも関わらず、間隙量とりわけマクロ間隙が著しく異なっている。なお図1では、マクロ間隙とミクロ間隙の区分に24時間含水量を用いている。「過度の砕土」によりマクロ間隙が極端に増加したAp1層（マクロ間隙約0.3cm³/g）は砂に匹敵する過大な浸透損失（飽和透水係数10⁻²cm/sのオーダー）のために含水比や飽和度が非常に低く、圧縮されるとマクロ間隙は0.03cm³/gにまで縮小し、飽和透水係数10⁻⁶cm/sのオーダーに低下する。

2) 静的圧縮試験

図1の各土層から採取した100cm³の乱さない供試体を24時間含水量（ほぼ圃場含水量）に水分調整した後、圧縮応力0.125～4.0kgf/cm²、载荷時間1時間の段階载荷で静的圧縮試験

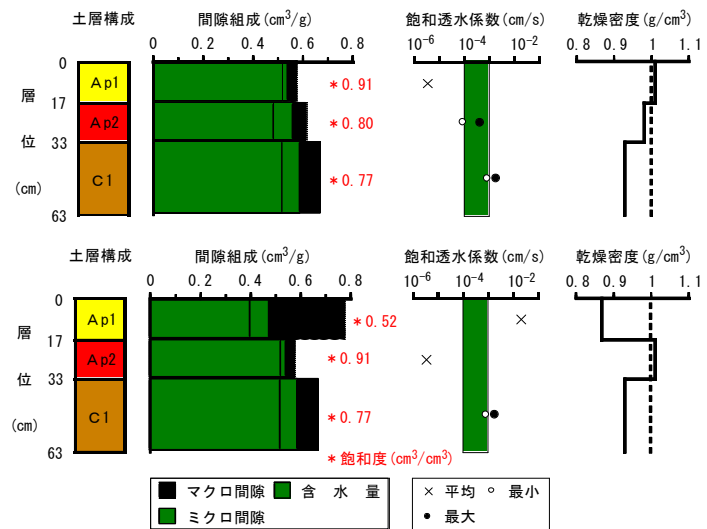


図1 黒ボク土畑圃場の物理的構造

Fig.1 Soil physical condition of Kuroboku

図1の各土層から採取した100cm³の乱さない供試体を24時間含水量（ほぼ圃場含水量）に水分調整した後、圧縮応力0.125～4.0kgf/cm²、载荷時間1時間の段階载荷で静的圧縮試験

*北海道大学農学研究院 Res. Fac. of Agr., Hokkaido Univ.

**北海道大学農学院 Gra. School of Agr.,

Hokkaido Univ. キーワード：耕耘管理・過度の砕土・土壌圧縮

を行った。試験は排水条件で行い、圧縮量と間隙水圧を測定した。

3. 結果および考察

図2は各土層の圧縮曲線（間隙量～圧縮応力関係）を示したものであり、間隙量は V_p/M_s (cm^3/g) で表示してある。「Ap1-過度の砕土」は図1下のAp1層、「Ap1-圧縮」は図1上のAp1層、Ap2層およびC1層はそれぞれ図1

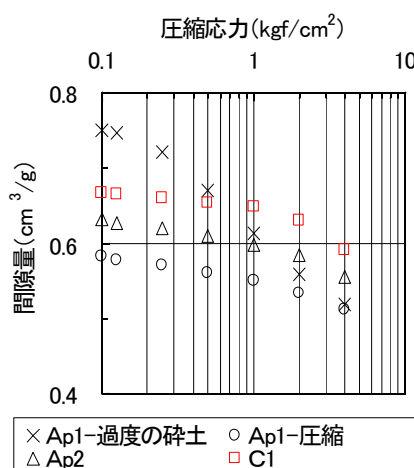


図2 圧縮曲線

Fig.2 Compression curves

上の各土層に対応している。マクロ間隙が著しく増加した「Ap1-過度の砕土」の圧縮曲線には先行圧縮応力が存在せず、極めて大きな圧縮性を示す³⁾。一方、他の土層には明瞭な圧縮履歴が認められ、圧縮性は比較的小さい。なかでも、耕耘管理の影響を受けていないC1層は間隙量が多いにも関わらず、他の土層よりも圧縮量が少ない。図3に体積ひずみで表示した圧縮曲線を示すが、「Ap1-圧縮」とAp2、C1層の圧縮性がほとんど同じであることから、農業機械が大型化したと言えども農地における土壌圧縮の影響はロータリ耕深のAp1層に限定されていることが判る。圧縮による間隙の縮小がマクロ間隙の減少から始まると仮定すると、「Ap1-圧縮」およびAp2層は圧縮応力が 0.5 kgf/cm^2 を越えた時に、またC1と「Ap1-過度の砕土」は 4 kgf/cm^2 でマクロ間隙がほぼ消失している（図4参照）。また圧縮応力 4 kgf/cm^2 の载荷直前の供試体の間隙水圧をみると（図5参照）、C1層は負圧状態を維持しているのに対して「Ap1-過度の砕土」は正圧に移行している。今回の静的圧縮試験では圧縮量 $\gg$ 排水量であったことから、 4 kgf/cm^2 における「Ap1-過度の砕土」の圧縮形態が「締固め」から「練返し」に移行し、不可逆的な間隙構造の変化が生じていると言える。

4. おわりに

慣行的な耕耘管理における「過度の砕土」は、ロータリ耕深のAp1層のマクロ間隙を過剰に増加させることにより、過大な浸透損失による有効水分の補給を阻害するとともに、先行圧縮応力（土壌構造の強度）を消失させて圧縮性を著しく増大させることから、慣行的な耕耘管理の抜本的な見直しが必要である。

参考文献 1) 寺田大輔・相馬尅之：農地の排水不良をもたらす「耕耘管理」の改善法，平成19年度農業農村工学会講演要旨集，838～839（2007）． 2) 相馬尅之・山口敏樹：北海道の農地土壌の物理的構造の特徴，第56回農業農村工学会北海道支部研究発表会講演集，100～105（2007）． 3) 相馬尅之・寺田大輔・山口敏樹：耕耘管理が土壌の圧縮性に与える影響，第57回農業農村工学会北海道支部研究発表会講演集，112～117（2008）．

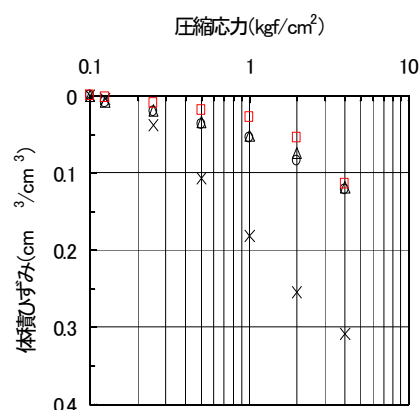


図3 圧縮曲線（圧縮ひずみ）

Fig.3 Volumetric strain

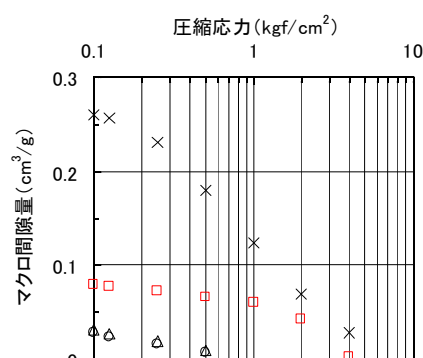


図4 圧縮によるマクロ間隙の減少

Fig.4 Porosity of macro pore

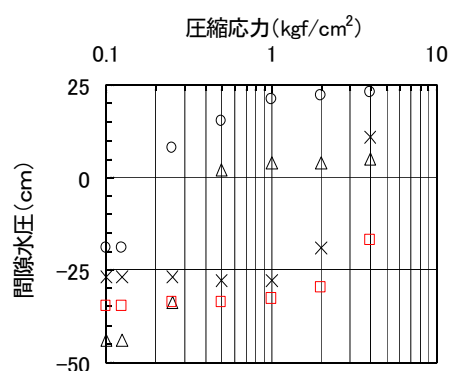


図5 圧縮過程の間隙水圧

Fig.5 Pore water pressure