

防衛大学校 ○山口 晴幸・大平 至徳
木暮 敬二・小田 美明

1. はじめに 泥炭は多量の未分解植物性有機物を含んでおり、その実質部分は有機物と土粒子とで構成され、間隙は有機物内（ミクロポア）と有機物と土粒子等の実質部分間の間隙（マクロポア）から成る。そこで、飽和泥炭に付加応力を載荷すると両間隙の収縮に伴って水の排出が起り、体積変化という現象が生じる。本報告では、応力変化に伴う体積変化を微視的立場から論じるための基礎的資料を得ることを目的として、水銀圧入式ポロシメータ装置を用いて泥炭試料等の間隙直径～間隙体積分布を測定した結果について記述する。

2. 試料と実験 2.1 試料 埼玉県大宮市郊外に分布している泥炭地から採取した不攪乱飽和泥炭試料を用いた。その代表的物理特性は、自然間隙比 $e_n = 10 \sim 15$ 、自然含水比 $w_n = 950 \sim 1200\%$ 、比重 $G_s = 1.50 \sim 1.68$ 、強熱減量値 $Lig = 75 \sim 85\%$ である。なお、比較のために、先行圧密圧力 $P_c = 70 \text{ kPa}$ で予圧密して作製した練返し再圧密粘土（古河粘土、物理的性質は図4中に表示してある）についての結果も併記してある。

2.2 実験 土の間隙分布を測定するためには、通常、あらかじめ試料が完全に乾燥状態にあることが要求される。しかし、乾燥試料を好乾燥（oven-dried, 温度 110°C ）あるいは気乾燥（air-drying, 温度 20°C ）で準備する際には、かなりの乾燥収縮を生じる。特に、初期間隙比の大きいポアースな泥炭では、無機質土に比較して乾燥による収縮が著しい。そこで、上述の乾燥法に加え、新たに真空凍結乾燥法（vacuum freeze drying, 真空度 74 cm Hg , 温度 -109°C ）を採用し、泥炭の乾燥特性を調べると共に、一次元圧縮に伴う泥炭の間隙体積変化とポロシメータ装置によって調べた。本装置によると、間隙への水銀圧入量と圧入圧力との関係から、試料の間隙直径と間隙体積とが算定できる。

2.3 実験結果と考察 2.3.1 乾燥収縮 真空凍結乾燥（VFD）、気乾燥（AD）、好乾燥（OD）による泥炭試料の乾燥中の体積と質量変化と初期体積（ V_i ）と初期質量（ m_i ）を無次元化して図1に示してある。VFD法によると、乾燥時間500～1000分程度で乾燥平衡状態に達し、収縮量が約78%と他の乾燥法による約60～70%に比較して極めて

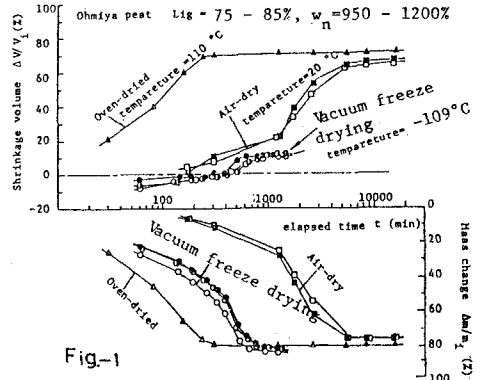


Fig-1

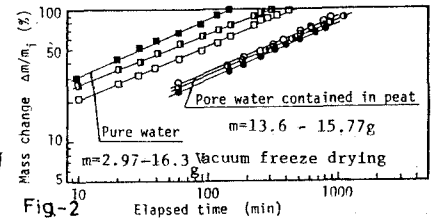


Fig-2

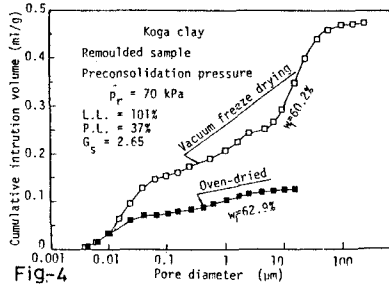


Fig-4

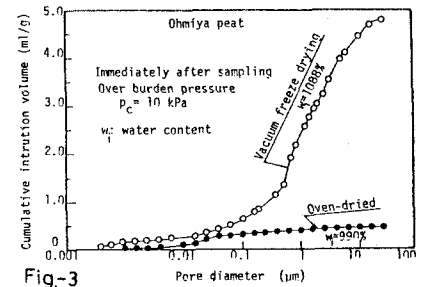


Fig-3

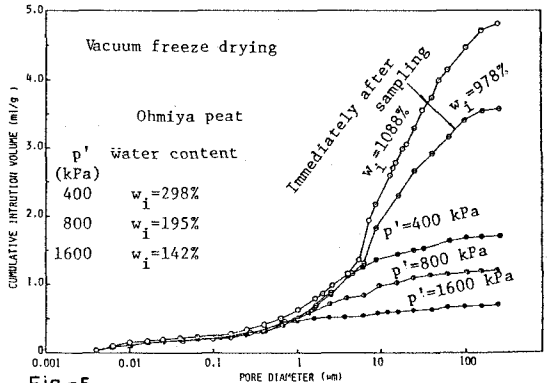


Fig-5

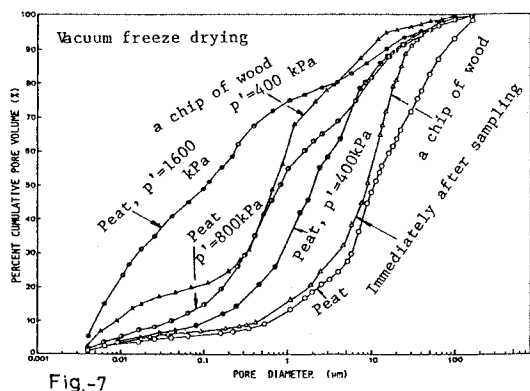


Fig-7

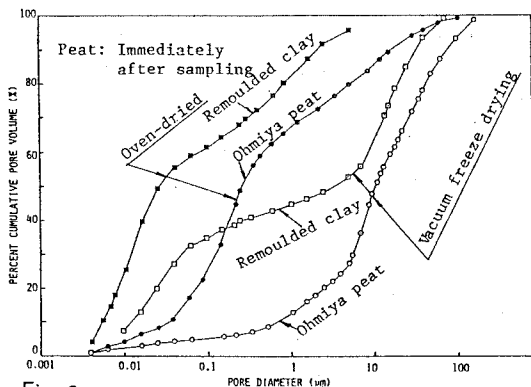


Fig-6

て小さい収縮量で試料が乾燥されることがわかる。また図-2はVFD法での泥炭中の間隙水分の減少過程を蒸留水の場合と比較したもので、毛管張力や表面張力等の界面現象的作用によるものと考えられるが、ほぼ同量の水分量でも間隙水(pore water)の蒸発には10~5倍程度のかなり長い時間を要することがわかる。

ii) 間隙直径~間隙体積変化 VFD法とOD法とで準備した乾燥泥炭(ゲンアング直後の試料,有効土のべり圧 $p_c=10$ kPa)と粘土試料(予圧密圧 $p_c=70$ kPa)についての間隙分布を図3と4に示す。間隙測定に先立つ乾燥収縮の影響が明瞭に現れ、OD法によって準備された両試料では、乾燥収縮の初果によって間隙体積が極めて少なめに測定されることになる。図5は原位置から採取した泥炭試料を $p=400$ kPa, 800 kPa, 1600 kPaの3種の圧力下でそれぞれ一次元圧縮した後の結果(VFD法により準備)である。この結果から、泥炭は高圧縮性であり、付加圧力に伴う間隙体積の減少が極めて顕著な材料であることがわかる。特に、 $10 \sim 100 \mu\text{m}$ の間隙直径に対応する間隙の圧縮が著しく、 $1 \mu\text{m}$ 以下の小さな間隙直径を持つ間隙の体積量にはほとんど変化は認められない。図3~5の結果と累積間隙体積率~間隙直径曲線として再プロットしたのが図6と7である。なお、図7中には泥炭中に含まれている腐植片の結果も併記してある。図8~13には、各間隙直径で占める間隙体積割合を頻度分布として示してある。この図、特に、図8~11によれば、採取直後の試料は $10 \mu\text{m}$ 付近の間隙直径を持つ間隙体積の割合が最も大きく、 400 kPa, 800 kPaと圧縮圧力の増大に従って、 $1 \mu\text{m}$, $0.5 \mu\text{m}$ 付近の間隙直径を持つ間隙体積率と間隙体積~間隙直径分布が移行している。 1600 kPaとかなり高い圧縮圧力下では、 $0.5 \mu\text{m}$ 以下の間隙直径を持った間隙体積が主体の間隙分布型を示し、試料

Fig-13

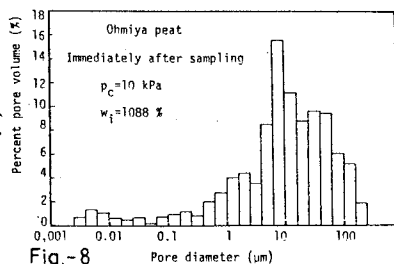


Fig-8

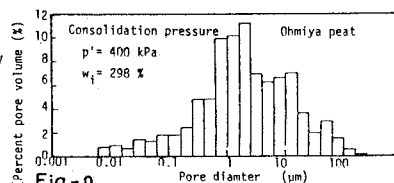


Fig-9

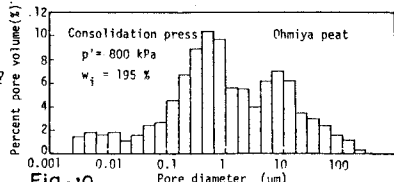


Fig-10

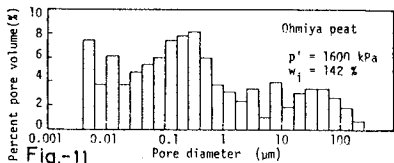


Fig-11

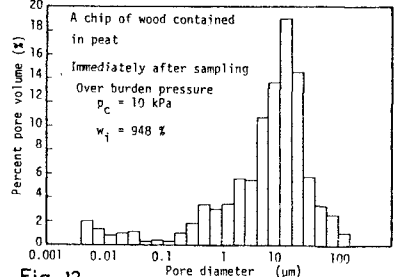


Fig-12

の圧縮がかなり進行していることがわかる。また図12と13によると、木片の間隙分布は泥炭試料のそれと非常に類似している。圧縮に伴う木片の間隙分布の変化を泥炭試料を構成している繊維性有機物自身のそれと対応するものと考えると、泥炭構造の圧縮と有機物自身の圧縮とは、類似した間隙径分布を取るよう進行して行くものと推察される。