

不攪乱土壌の通気係数・拡散係数に土壌間隙特性が及ぼす影響

Effect of Soil-Pore Characteristics on Air Permeability and Gas Diffusivity in Undisturbed Soils

○長谷川久展¹, Augustus Resurreccion², 川本健¹, 小松登志子²
Hisanobu Hasegawa¹, Augustus Resurreccion², Ken Kawamoto¹, Toshiko Komatu²

1. はじめに

近年市街地において揮発性有機化合物（VOCs）など、ガスの形態による土壌汚染が問題になっている。VOCs による汚染領域の広がりや、浄化工法としての土壌ガス吸引法の有効性を予測・検討するためには、土壌内でのガス挙動を正しく把握、制御することが重要となる。

そこで本研究では、土壌ガスの移動を規定するトランスポート・パラメータの通気係数、土壌ガス拡散係数を測定し、土壌の保水・間隙特性との関連性を調べることを目的とした。

2. 実験

試料は福島県の丘陵地山頂付近より採取した。試料は2m間隔で採取し、各地点で0~5,15~20,55~60 cmの3深さより、計36個の不攪乱コア試料(100cm³)を採取した。測定項目は、pF曲線(水分特性曲線)、通気係数、土壌ガス拡散係数で基本的物理量として土粒子密度 ρ_s 、乾燥密度 ρ_d 、気相率 ε を求めた(Table.1)。通気係数とガス拡散係数はpF=1.0, 1.8, 2.0, 3.0, 4.1の各段階で測定した。

通気係数 $k_a(\mu\text{m}^2)$ は、定常法を用いて測定した(Fig.1)。具体的には、透気係数 $K_a(\text{cm/s})$ をダルシー則より求め、(1)式を用いて k_a を求めた。

$$k_a = \frac{K_a \cdot \eta_a}{g \cdot \rho_a} \times 10^8 \quad \dots (1)$$

ここで η_a は空気粘性度 ($\text{g/cm} \cdot \text{s}$) , g は重力加速度 (cm/s^2) , ρ_a は空気密度 (g/cm^3) である。

土壌ガス拡散係数 $D_p (\text{cm}^2/\text{s})$ は、遅沢・久保田 (1987) の方法に従い求め、大気中の拡散係数の値 $D_0 (\text{cm}^2/\text{s})$ で除して無次元化し、 D_p/D_0 とした。

Table.1 試料の土壌物理性

深さ(cm)	$\rho_s(\text{kg/m}^3)^*$	$\rho_d(\text{kg/m}^3)^*$	粒度(%)		
			粘土	シルト	砂
0-5	2.35(0.102)	0.53(0.104)	21.0	47.4	31.6
15-20	2.55(0.072)	0.66(0.079)	19.76	36.9	43.3
55-60	2.71(0.030)	0.64(0.078)	8.88	41.5	49.6

* 平均値 (標準偏差)

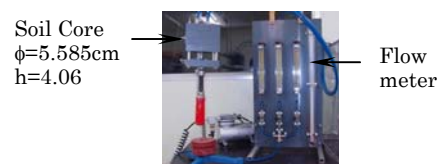


Fig.1 通気係数測定装置

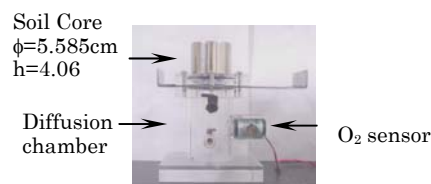


Fig.2 土壌ガス拡散係数測定装置

¹ 埼玉大学工学部 Faculty of Engineering, Saitama University

² 埼玉大学大学院理工学研究科 Graduate School of Science and Engineering, Saitama University

キーワード：土壌ガス拡散係数、通気係数、不攪乱土壌

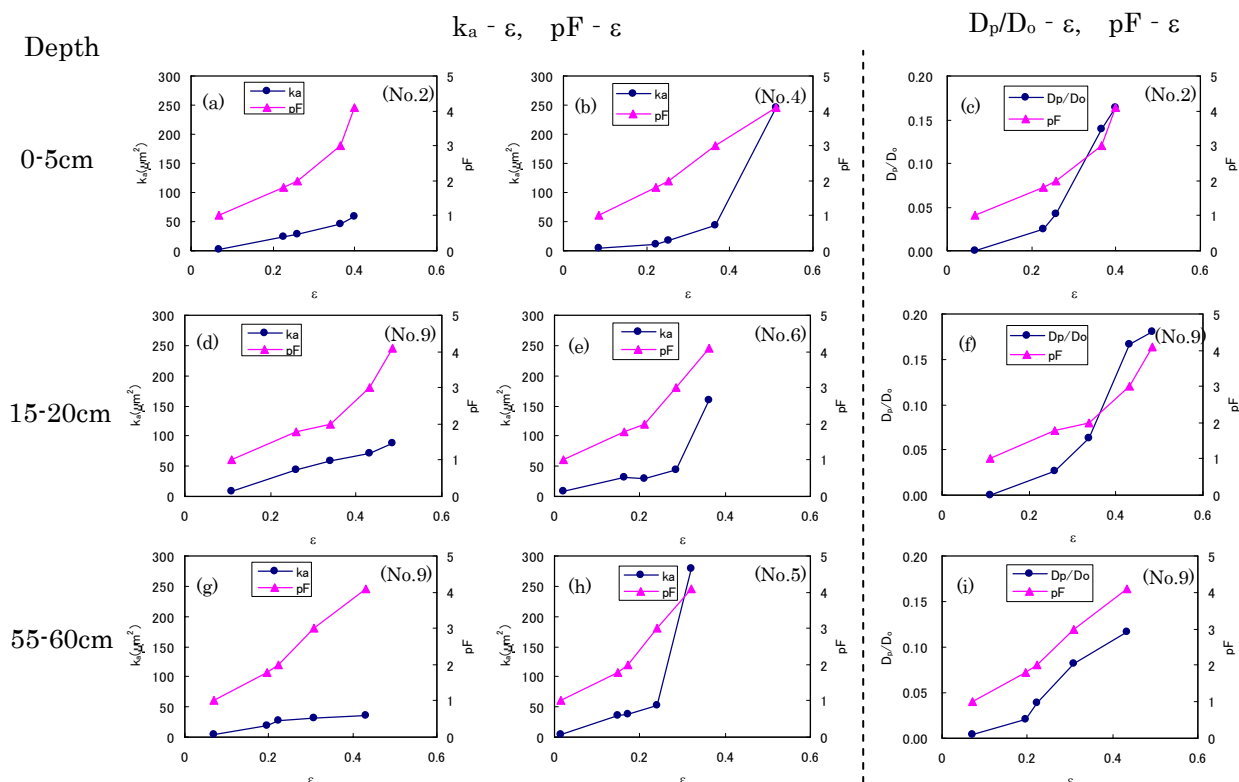


Fig.3 通気係数 k_a , ガス拡散係数 D_p/D_0 および pF と気相率 ε の関係

深さ : (a-c) 0-5cm, (d-f) 15-20cm, (g-i) 55-60cm

3. 結果と考察

Fig.3 に通気係数 k_a , ガス拡散係数 D_p/D_0 および pF と気相率 ε の関係例を示した。 k_a - ε 関係には、 ε の増加とともにほぼ直線的に増加するタイプ (Type I, Fig.3 (a),(d),(g)) と、 $pF3.0 \sim pF4.1$ 間の ε 増加で k_a が $30 \sim 70 (\mu m^2)$ 程度から $150 \sim 300 (\mu m^2)$ 程度へ急増するタイプ (Type II, Fig.3 (b),(e),(h)) が見られた。また、 pF 曲線は、Type I では ε の増加とともに指数関数的に、Type II では直線的に増加する傾向が見られた。

Table.2 にこれらのタイプに対応する $pF3.0 \sim pF4.1$ 間の ε , k_a および両者の増分 ($\Delta\varepsilon, \Delta k_a$) のそれぞれの平均値を示した。 $pF3.0$ と $pF4.1$ ともに ε は Type I のほうが大きくなったが、 $pF4.1$ における k_a は Type II が Type I の約 4 倍となった。 $\Delta\varepsilon$ は、Type II が 0.10 と Type I の 0.06 よりも大きく、この差が両タイプの k_a - ε 関係に違いを与えたものと考えられる。

一方、 D_p/D_0 (Fig.3 (c),(f),(i)) については、 k_a - ε 関係における Type II のようなものは少なく、 D_p/D_0 - ε 関係は、ほぼ直線的な増加を示すものが大半であった。

Table.2 $pF3.0$ と $pF4.1$ の気相率 ε , 通気係数 k_a および両者の増分

Type	試料数	pF3.0		pF4.1		$\Delta\varepsilon$	Δk_a
		ε	k_a	ε	k_a		
Type I	13	0.36	49	0.43	58	0.06	9.1
Type II	18	0.28	47	0.38	270	0.10	220

参考文献：遅沢省子、久保田徹(1987) 土壌ガス拡散係数の測定法、土壌誌 58、528～535

謝辞：本研究の遂行にあたり、埼玉大学 21 世紀総合研究プロジェクトの補助を受けた。