

# 黒ボク土のアンモニアガス移流・吸着現象の実験的解析

## Experimental Analysis of Ammonia Gas Convective Flow and Adsorption Phenomenon about Kuroboku Soils

○中島 亨・東城 清秀・斎藤 広隆

Toru Nakajima, Seishu Tojo, Hirotaka Saito

**1. Introduction** 土壌中のガス移動において、圧力勾配を駆動力とする移流は主要な要素となる。また、ガスの土壌透過時における、ガス成分の粒子表面への吸着現象、あるいは土壌水への溶解現象の解明は、ガス移動の大きな課題である。例えば、地盤中での揮発性有機化合物の運命予測や、気候変動に関わる二酸化炭素やメタンガスの地下貯蔵技術の基礎的な知見となる。畜産分野では土壌脱臭法が普及技術となっているが、低環境負荷技術が求められている現状下では、新たな評価基準の策定が必要である。土壌脱臭法は畜舎や堆肥化施設から発生する環境負荷ガスを土壌に通過させ、負荷や悪臭の原因となるガス成分を土粒子に吸着すると同時に土壌水に溶解させ、その後土壌微生物等の働きによりガス成分を分解して低負荷・脱臭する技術である。送気装置によって圧力を負荷することで土壌中にガスを通過させ、ガス成分を除去する手法であるが、土壌間隙中ではガスの移流とガス成分の吸着現象が同時に起こり、また相互に作用しあっていると考えられる。この現象を仔細に定量的に解析して脱臭装置の処理能力、規模や諸元などを決定する情報を取得することは低エネルギー・低炭素化にむけた装置開発において極めて重要である。

そこで本報では、土壌脱臭法で用いられている黒ボク土と主な負荷ガス成分のアンモニアを対象に室内模型の実験装置を制作し、黒ボク土にアンモニアガスを透過させ移流・吸着現象を観測した。実験結果からガスの破過曲線(Breakthrough Curve, BTC)を求め、土壌水分とガス透過およびガス成分吸着の関係について検討した。

## 2. Materials and Methods

Fig.1 に実験装置の概要を示す。装置は、主に空気コンプレッサー、アンモニアガスを発生させるための 0.01%アンモニア水溶液(定期的に交換し一定の濃度内に収まるように調整)、また、圧力変換器とアンモニアセンサ、空気流量計等の各種センサによって構成されている。用いた供試土壌は市販の園芸用黒ボク土である。黒ボク土は 2mm 目篩通過させ含水率  $\omega=0, 20, 40, 50$  % d.b. に調節したものを初期状態とし、流速  $0.5\text{ cm s}^{-1}$ 、アンモニア濃度 150~250ppm で土壌中にガスを透過させた。

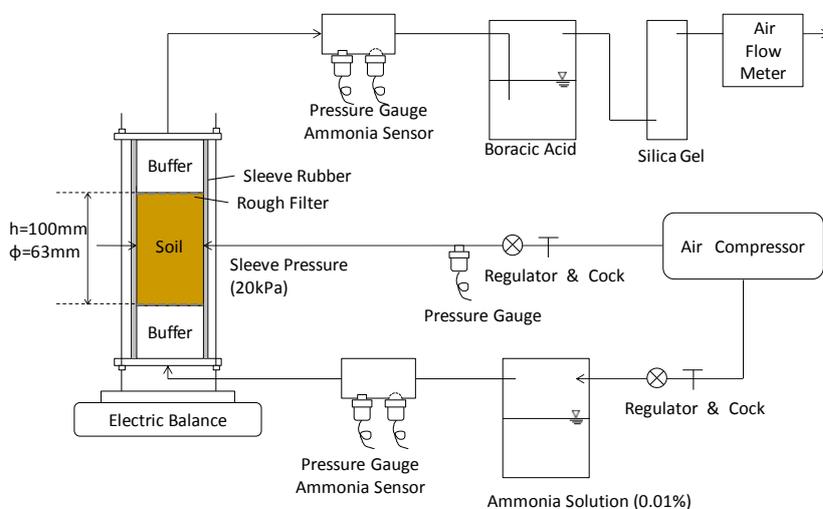


Fig.1 Schematic Diagram of Gas Convective and Adsorption Testing Device

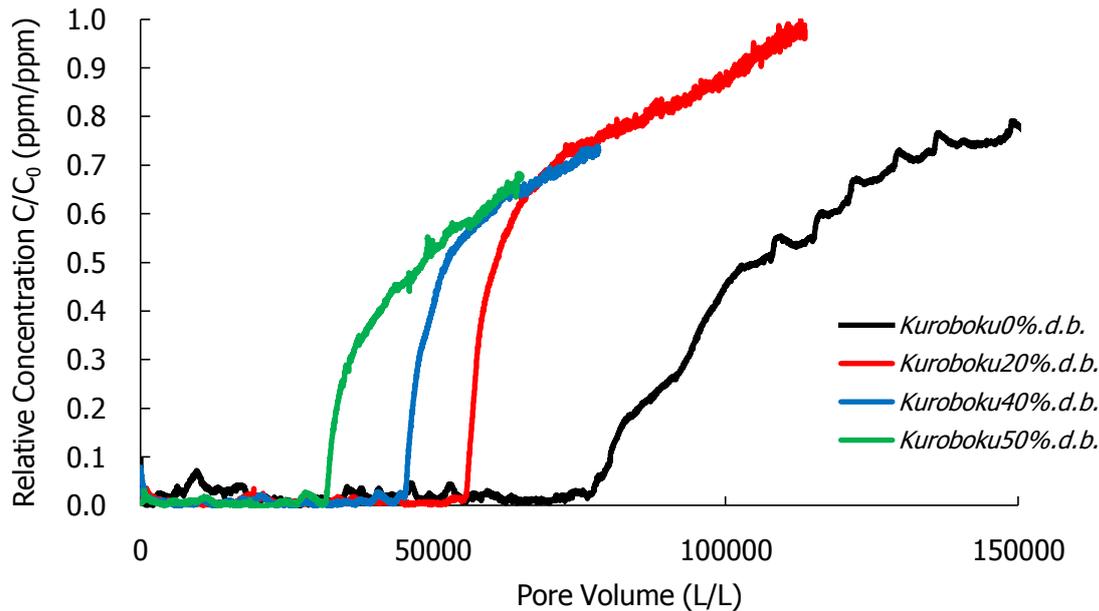


Fig.2 Result of Gas Convective and Adsorption Testing,

This diagram shows the Breakthrough Curve (BTC) on Ammonia Gas. X-axis shows pore volume; passing gas volume / soil porous volume. This means number of times that soil air changed. Y-axis shows relative concentration;  $C$  is inlet ammonia gas concentration,  $C_0$  is outlet ammonia gas concentration.

### 3. Results and Discussions

Fig.2に実験結果を示す。黒ボク土含水率 50%.d.b.の条件において、約 30000 pore volume 付近で相対濃度  $C/C_0$  (除去率) が急激に増加し、その後、緩やかな増加に転ずるという結果を得た。また、含水率 20%.d.b., 40%.d.b.ではそれぞれ約 45000, 55000 pore volume 付近で急激な増加がみられ、その後は、含水率 50%.d.b.土壌における挙動と同じであった。含水率 0%.d.b.では約 80000 pore volume 付近で緩やかに除去率が増加するというその他の含水条件とは異なる結果を得た。このような挙動は、黒ボク土の間隙状態、つまり団粒の内部と外部に豊富なガス吸着サイトがあり、アンモニアが長時間にわたって多く吸着された結果であると考えられた。また、含水状態では、ガスの透過経路によってガスの吸着速度や量が大きく影響されると推察された。

### 4. Conclusions

本報告では、黒ボク土とアンモニアガスを対象に、ガスの移流・吸着現象の検討を行った。

- A) 土壌含水率の違いにより破過挙動が大きく異なることが定量的に測定できた。
- B) 団粒構造を持つ土壌では、ガスが透過する経路や水分のある場所によって、ガスの吸着特性が影響することがわかった。

#### 参考文献

- 1) Brooks, R. H. and Corey, A. T. : Properties of Porous Media Affecting Fluid Flow. Journal of the Irrigation and Drainage Division, Proceeding of the American Society of Civil Engineers, Vol.92 (IR2), pp.61-89, 1966.
- 2) Lenhard, R. J. and Parker, J. C. : A Model for Hysteretic Constitutive Relations Governing Multiphase Flow, 2. Permeability Saturation Relations, Water Resources Res., Vol.23, No.12, pp.2197-2206, 1987
- 3) 中島, 加藤 : 土壌の透気試験器に関する研究, 農業農村工学会大会講演会講演要旨集, 2007