

# 干拓地水田の耕盤層に形成された管状孔隙およびリーゼガング帯 Tubular macropores and Liesegang band formed in paddy field plowsol of reclaimed land

成岡 市<sup>1</sup>・廣住豊一<sup>1</sup>・古谷 啓<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 三重大学大学院生物資源学研究所・<sup>2</sup> 三重県農林水産部

## 要 旨

干拓地水田の管状孔隙構造、層位間の接続性・通気性・排水性等について、現地調査・室内実験から考察した。とくに耕盤層の管状斑鉄は、孔隙辺縁部(斑鉄部分)の密度が大きく、孔隙径の大小に関係なく孔隙の辺縁から 200 ~ 300 μm 基質側に密度のピークがあった。この "Liesegang band" は、土壌の酸化還元、水稻根の酸化力等に関する既往の知見のほか、通気性の高い層位間の粗孔隙構造と地下汽水位の上下動の結果によるものと考察した。

キーワード：管状孔隙、土壌構造、リーゼガング帯、水田耕盤層、干拓地

Keywords : tubular macropores, soil structure, Liesegang band, paddy field plowsol, reclaimed land

## 1. はじめに

干拓地水田の耕盤層には、通常の農地にはない特徴がみられることがある。本報では、砂質土壌の干拓地水田における管状孔隙の構造、接続性および大気進入に果たす機能について、リーゼガング帯の形成に注目しながら考察した。

## 2. 調査対象地

熊本県内の干拓農地(トマト栽培に転作)において現地調査を行った。現地は有明海に面しており、1800 年代に干拓され、平均海拔が - 2m 以下の平坦な地形となっている。熊本平野には、阿蘇火砕流堆積物が堆積し、地下水を蓄える一方で地下水を速やかに流す機能がある。干拓地の地下汽水位は、潮汐の影響を受けて周期的に上下動し、阿蘇山から流れる地下水と交換・混合が発生している。

## 3. 方法

現地の土壌断面調査を行い、採取試料は、基本的土壌物理性、飽和透水係数(透水性)、限界間隙特性(排水性・通気性)、pF 水分特性(pF 水分分布曲線)、軟 X 線撮影(土壌構造)、土壌面密度(廣住 2012)などの測定に供した。

## 4. 結果と考察

調査圃場の土層は「作土層、耕盤層、心土層」に分化していた。基本的物理性(Table 1 ~ 2)、間隙モデル(Fig.1)を各々示す。

### (1) 層序、粗孔隙、斑鉄の観察

I 層(作土上層)は、単粒構造をなし、乾燥亀裂が発達していた。II 層(作土下層)は、管状孔隙が明瞭で、立体的な広がりを持ち、速やかな排水を促していると考えた。III 層(耕盤層)では、鉛直方向に伸びている管状孔隙の内径 1mm 以上において内壁に斑鉄帯が形成

された構造がみられた。IV, V (心土層)は、壁状構造を呈し、鉛直方向の管状孔隙が優勢で、水平方向のそれは過小であった。

Table 1 基本的土壌物理性

	土粒子密度 (Mgm <sup>-3</sup> )	粒径組成(%)			塑性・液性			ρ <sub>b</sub> (Mgm <sup>-3</sup> )	n (%)
		砂	シルト	粘土	PL (%)	LL (%)	Ip		
I 層 作土層	2.772	73.20	11.10	15.70	27	39	12	1.24	55
II 層	2.759	75.40	11.00	13.60	24	38	14	1.25	55
III 層 耕盤層	2.806	85.20	7.30	7.50	25	38	13	1.24	56
IV 層	2.764	84.50	6.00	9.40	26	36	10	1.28	54
V 層 心土層	2.748	85.10	6.90	8.10	28	30	2	1.22	56

Table 2 三相割合、限界間隙、透水係数

固相	三相割合(%)			限界負圧開放間隙径(mm)		透水係数		
	液相	気相		鉛直方向	水平方向	鉛直方向 (cm・s <sup>-1</sup> )	水平方向 (cm・s <sup>-1</sup> )	異方性 (K <sub>H</sub> /K <sub>V</sub> )
	45	43	12	0.115	0.231	9.E-09	7.E-08	7.95
I 層	45	43	12	0.115	0.231	9.E-09	7.E-08	7.95
II 層	45	43	12	0.300	0.273	1.E-05	2.E-06	0.13
III 層	44	45	11	0.200	0.088	6.E-07	2.E-06	3.17
IV 層	46	48	6	0.429	0.375	1.E-05	2.E-06	0.15
V 層	44	47	8	0.077		6.E-06	8.E-07	0.15

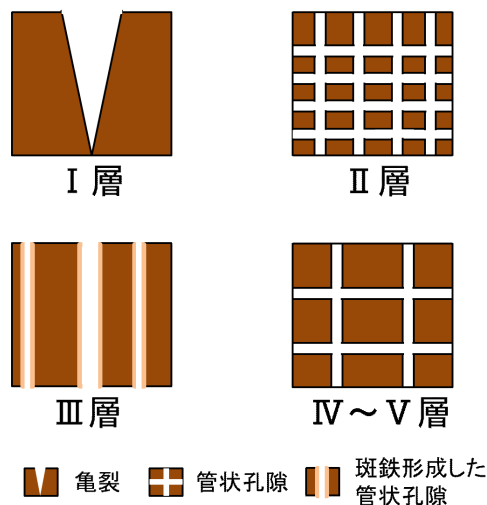


Fig.1 各土層の間隙モデル

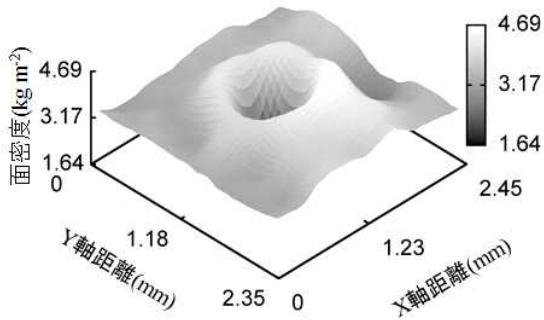


Fig.2 管状孔隙の面密度 3D 分布(斑鉄有り)

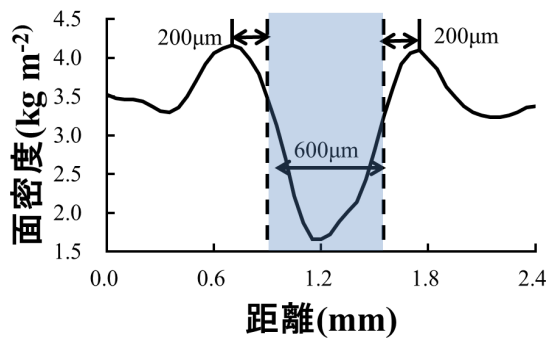


Fig.3 管状孔隙の面密度断面(斑鉄有り)

### (2) 耕盤の斑鉄形成

斑鉄形成によって保存された管状斑鉄または暈管状斑鉄を、土壌面密度の立体表示により可視化した。面密度分布 (Fig.2) では、孔隙辺縁部(斑鉄部分)において密度が大きくなっていた。この特徴は、斑鉄が形成されていない管状孔隙にはなかった。また、面密度断面 (Fig.3) から、孔隙径の大小にかかわらず孔隙の辺縁から 200 ~ 300 μm 基質側の位置に密度のピークが現れていた。このことは、既往の知見、すなわち水田土壌の酸化還元状態の変化に伴った諸過程(大山 1971、高橋 2012)、作物(水稲)根の酸化力と土壌の還元力の相互作用による水酸化鉄沈殿(リーゼガング現象)であり土壌基質内の外側から内側に順に形成される(木村ら 1977,1984)などに関して類似の現象と理解した。

### (3) 地下汽水位の変動と粗孔隙

有明海は潮位差が大きく(平均 2 ~ 3m)、この潮汐運動により地下汽水位の上下動が発生し粗孔隙内に負圧が働くと考えた。このときの斑鉄形成(リーゼガング帯; Liesegang band)は、上記の既往の知見のほか、通気性・排水性の高い粗孔隙構造と地下汽水位の周期

的な上下動による大気進入の結果によるものであると考察した。

## 5. おわりに

本報は、砂質土壌の干拓地水田を現地調査および採取土壌の室内実験によって、管状孔隙の構造、土壌断面層位間での接続性を考察し、以下のことを整理した。

- (1) 耕盤層における管状斑鉄または暈管状斑鉄は、土壌面密度分布画像で可視化した結果、孔隙辺縁部(斑鉄部分)における密度が大きくなっていた。
- (2) 管状斑鉄の特徴は、面密度断面の結果から、孔隙径の大小に関係なく孔隙辺縁から 200 ~ 300 μm 基質側で密度のピークが現れていた。
- (3) 斑鉄形成(リーゼガング帯)は、水田土壌の酸化還元の影響、植物根の酸化力と土壌の還元力の相互作用などのほか、通気性・排水性の高い粗孔隙構造と地下汽水位の周期的な上下動による大気進入の結果によるものであると考察した。

## 文 献

- 大山信雄,坂井弘(1971):水管理による水田耕土の酸化還元状態の変化(第 2 報)落水に伴う耕土の収縮と気相の生成との関係,土肥誌,42(9),349-354
- 木村真人,和田秀徳,高井康雄(1977):水稲根圏に関する研究(第 1 報)根圏土壌の理化学的性質(その 1),土肥誌,48(3),85-90
- 木村真人,和田秀徳,高井康雄(1984):水稲根周辺における水酸化鉄,二酸化マンガン,硫化鉄沈殿の生成,土肥誌,55(4),332-337
- 佐藤照男(1992):八郎潟干拓地重粘質水田土の粗孔隙の発達とその意義,農土誌,60(1),25-30
- 高橋智紀(2012):酸化還元研究の新展開—土壌の酸化還元がもたらす現象を追う— 5.水田輪作での鉄の形態変化と土壌特性との関係,土肥誌,83(6),714-720
- 成岡市(1991):土壌の粗孔隙の計測法とその物理的機能に関する研究,東京農大総研紀要,1,1-58
- 廣住豊一,黒沢俊人,成岡市(2012):土壌構造評価のための軟 X 線画像法—微細粒試料の「土壌面密度」—,土壌の物理性,122,3-14