

# 団粒や有機物を含む土壌の粒径分布曲線を用いた 水田の土壌構造と栽培方法の比較

Comparison between soil structure of paddy fields and cultivation management using  
particle size distribution curve of soil including aggregate and organic matter

山井美季<sup>1</sup>・粟生田忠雄<sup>1</sup>

<sup>1</sup>新潟大学農学部

## 要旨(Abstract) :

水稲栽培において肥料や農薬の違いは、土壌有機物や生き物に影響を及ぼし、土壌構造を変える。そこで、土壌構造と栽培方法を比較するため、団粒や有機物を含めた土壌の粒径分布曲線 (particle size distribution curve of soil, PSDC) を提案した。その結果、肥料や除草剤を使用しない水田では団粒が多く、イトミミズの生息数や有機物の分解速度と比例関係にあることが示唆された。

キーワード： 土壌構造, 団粒, 土壌の粒径分布曲線, 水稲, イトミミズ

Key words: Soil structure, Aggregate, Particle size distribution curve of soil, Paddy rice, Tubificid worm

## 1.はじめに

農家への聞き取りで、有機栽培と慣行栽培の田んぼでは土を触ったとき手や足に伝わる感触が異なるという意見を聞く。化学肥料や除草剤を使用しない水田では土壌の有機物含有量や生物多様性が高い<sup>1)2)</sup>。それにより、団粒の特性も変化するだろう。団粒は無機物と有機物が生物的要因などによって結合することで形成されるからである。

そこで本研究は、栽培方法の異なる水田の土壌構造を定量的に評価するため、団粒や有機物を含む土壌の粒径分布曲線 (particle size distribution curve of soil, PSDC) を提案する。同曲線の比較検討は、炭素や窒素の量、土壌生物の生息密度、栽培方法 (肥料と除草剤の使用状況)、およびこれらの季節的変化を考慮した。

## 2.材料と方法

### (1) 供試圃場の栽培方法と土壌採取法

供試圃場は新潟県三条市の営農水田4枚である。それぞれ肥料や除草剤の組み合わせが異なる (Table 1)。

耕起前の2024年3月と田植え後の同年6月に土壌を採取し試料とした。採取は各圃場内の3~5点で行った。採取深さは地表面から5cmで

ある。6月は深さ10cmの土壌も採取した。

Table 1 供試圃場の栽培方法。

栽培名 略称	自然 Nat.	有機 Org.	特別 Cs.	慣行 Cv.
肥料	なし	有機	有機	化学
除草剤	なし	なし	あり	あり

### (2) 分析内容

深さ5cmまでの試料 粒度試験、強熱減量試験、全炭素量と全窒素量の測定 (ヤナコ, MT-700)、水中ふるい分けを行った。水中ふるい分けでは渋澤<sup>3)</sup>に基づき、目の開きが2.36, 0.85, 0.425, 0.25, 0.106 mmのふるいを使用した。

深さ10cmまでの試料 宇根<sup>4)</sup>に基づきイトミミズの生息密度を調べた。イトミミズは貧毛類 (Oligochaeta)、イトミミズ科 (Tubificidae) に属する水棲ミミズの総称で、土壌中の移動、巣穴形成、土壌の摂食・排泄を通じて土壌を攪拌し、水田土壌の物理的、化学的性質を改変する能力を有する<sup>5)</sup>。

### (3) 土壌の粒径分布曲線

次の手順でPSDCを作成した。  
イ 水中ふるい分けの結果を基に各ふるいの孔径に対するふるい残留試料の通過質量百分

率  $P(d_i)$  (%) を算出。

ロ 粒度試験の結果を基に  $P(d_i)$  (%) に対する無機物含有率  $C_i$  (%) を算出。

ハ 強熱減量試験の結果を基に  $P(d_i)$  (%) に対する有機物含有率  $C_o$  (%) を算出。

無機物含有率に有機物含有率を加え、 $P(d_i)$ 、 $C_i$  (有機物含有率を足したもの)、 $C_o$  を散布図にプロットした。なお、 $C_i$  と  $C_o$  は  $P(d_i)$  に対する割合であるため、右縦軸を用いて表示する。

### 3.結果と考察

#### (1) 土壌の粒径分布曲線

自然栽培水田 (Nat.) の PSDC を Fig. 1 に示す。粒径加積曲線 (grading curve, GC) は PSDC と重ならなかった。これについて、自然状態の農地土壌では粘土やシルトが団粒化する。したがって、GC と PSDC の不重複部分は直径 2mm 以上にわたって団粒を構成する土粒子の分を示す<sup>6)</sup>。

GC は季節変動がなく、0.1mm の通過質量百分率が約 80% だった。有機栽培 (Org.) や特別栽培 (Cs.) の水田における 0.1mm の通過質量百分率は約 90%、慣行栽培 (Cv.) では約 95% だった。0.106mm から 2mm における  $P(d_i)$  の増加率は、3月から6月にかけて 25% から 30% に増えた。一方、 $C_i$  は減少したため、団粒が形成された。他の圃場でも 6月にかけて  $P(d_i)$  が増加し (Table 2)、 $C_i$  が減少した。両月において、Nat. で増加率が最も大きかった。

#### (2) 全炭素量 (TC), 全窒素量 (TN)

TC と TN は Cs. と Cv. で最も高く、TC は約  $50 \text{ mg g}^{-1}$ 、TN は約  $5 \text{ mg g}^{-1}$  だった。3月から6月にかけての増加量は、Nat. で最も高く、TC が  $16.4 \text{ mg g}^{-1}$ 、TN が  $1.1 \text{ mg g}^{-1}$  だった。Nat. では土壌有機物の分解が活発に行われていると考える。

#### (3) イトミミズの生息密度

イトミミズの生息密度 (個体/㎡) は、Nat. で 1,392、Org. で 2,702、Cs. で 393、Cv. で 819 だった。生息密度は、除草剤を使用しない圃場で

使用する圃場の 1.7-6.9 倍であった。

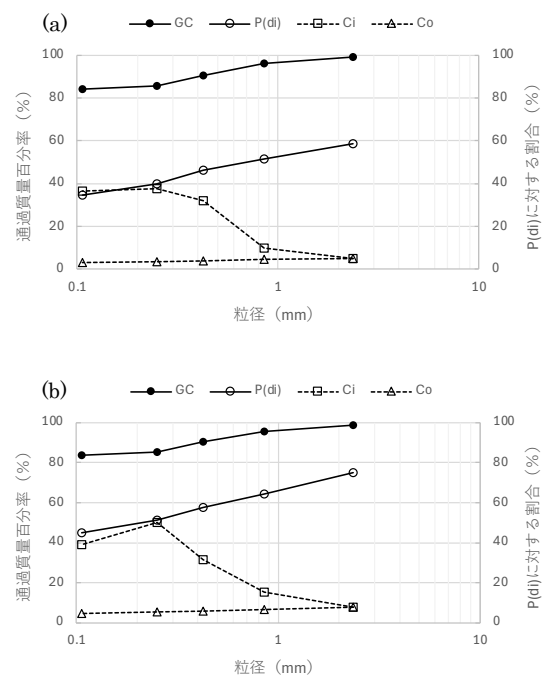


Fig. 1 (a) 3月と (b) 6月の自然栽培水田における PSDC。横軸は対数目盛。

Table 2 PSDC より求めた 3月と 6月における 0.106mm から 2mm の  $P(d_i)$  の増加率。単位は%。

栽培名	Nat.		Org.		Cs.		Cv.	
	3月	6月	3月	6月	3月	6月	3月	6月
増加率	25	30	15	22	17	23	10	25

### 4.おわりに

団粒や有機物を含む土壌の粒径分布曲線を作成することにより、水田の土壌構造を定量的に比較できた。自然栽培水田ではイトミミズの密度が高いため、有機物の分解が活発で、団粒が比較的多く形成されたと考える。

引用文献 1) 片山直樹 (2022): エビデンスから考える有機農業と生物多様性の関係. 有機農業研究, 14(2), 11-14  
 2) 瀧勝俊 (2007): 有機農業が土壌の理化学性に及ぼす影響. 土壌の物理性, 105, 31-39  
 3) 洪澤孝雄 (2023): 伝統的農法における落ち葉堆肥長期連用畑地土壌の特徴. 筑波大学大学院生命環境科学研究科生物圏資源科学専攻博士 (農学) 学位論文  
 4) 宇根豊 (2022): さあ、はじめよう! 田んぼの生きもの調査. 全国農業協同組合連合会  
 5) 伊藤豊彰, 川瀬莉奈, 原宏太, 今智穂美 (2011): 冬期湛水・有機栽培水田の土壌動物. 土と微生物, 65 (2), 94-99  
 6) 横瀬広司, 山田宜良 (1977): 団粒を形成する因子について-土壌の団粒に関する研究 (I) -. 農業土木学論文集, 70