

湛水土壌表面近傍の Eh と DO の空間分布

Spatial distribution of Eh and DO profiles in flooded soil surface

竹内萌実・渡辺晋生・取出伸夫

三重大学大学院生物資源学研究科

要旨

室内実験により湛水土壌の表面近傍の Eh と DO の空間分布を調べた。給水開始後 48 h は、DO に測定箇所による違いはみられなかったが、Eh は給水点からの距離で異なった。48 h 以後は、給水点からの距離が異なっても、Eh や DO の深さ分布は等しくなった。室内実験では乾燥密度や基質の添加を均等に行い、給水点を考慮すれば、48 h 以後では Eh の空間分布を無視できるといえる。

テーマ：土壌物理研究の最前線 Trend in Soil Physics

キーワード：酸化還元電位, 溶存酸素量, 空間分布, 土壌表面

Key words: Redox potential, Dissolved oxygen, Spatial distribution, Soil surface

1. はじめに

水田における表面酸化層と還元層の分化や発達は、作物の生育や温室効果ガスの発生等、炭素・窒素循環を考える上で重要である。これまで、表面酸化層の実態はあまりわかっていなかったが、近年、室内実験によりその形成過程と厚さが実測された。しかし、土中の有機物や微生物は不均一に分布していると考えられる。この際、土壌表面近傍の酸化還元電位 (Eh) や溶存酸素量 (DO) がどの程度均一に分布しているか検証した例は少ない。そこでここでは、室内実験により湛水土壌表面近傍の Eh と DO の推移の空間分布を調べることを目的とする。

2. 試料と方法

2013 年 5 月に三重大学附属農場の水田で表土を採取した。乾土あたり 5 mg のグルコースを加え試料とした。試料を 1/5000 a のワグネルポットに 7 cm 高まで、乾燥密度 1.2 g/cm³ で均等に詰めた。下端より水位を 1 cm/h で上昇し、試料を飽和した。24 h 後、給水点をポットの上端 (図-1 の☆) に替え、マリオット管を用いて湛水を 5 cm 深維持した。用いた水の Eh は 280 mV、DO は 6.5 mg/L だった。空間分解能 500 μm の DO および 2 本の Eh センサを、図-1 の D および①と③の 0.2 cm 深に表面から

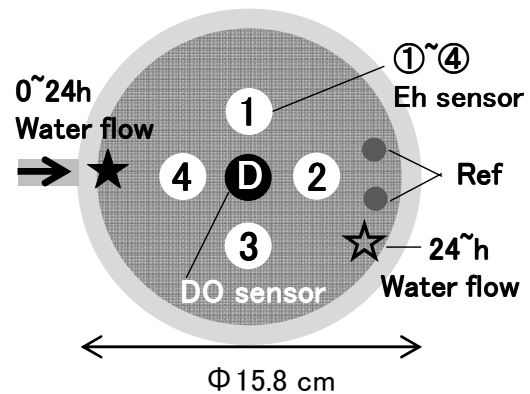


図-1 上から見たDOとEhの測定箇所

挿入した。任意の時間に、DO は図-1 の D で、Eh は①~④でセンサを地表から 10 μm/s で土中へ挿し込み、表面から 2.5 cm 深の深さ分布を 100 μm 間隔で測定した。実験は 25°C の恒温室で行った。

3. 結果と考察

図-2 に、0.2 cm 深における①と③の Eh と DO の経時変化を示す。下端から地表面まで水位が到達すると (7 h)、いずれの Eh も上昇したが、上昇幅が異なった。飽和後しばらく経つと (16 h)、DO が急激に低下し、その数時間後に Eh が低下した。好気性細菌により O₂ が消費され土中が嫌氣的になることで、還元が進行したためと考えられる。還元が進行すると、いずれの測定値もよく一致し、ポット

内に Eh の違いは見られなくなった。ここで 24, 36, 48h 後の Eh と DO の深さ分布を調べた (図-3)。24 h では、①~④の DO は概ね一致した。Eh はいずれも 400 mV 前後で Eh の最低値やその深さが測定箇所毎に異なった。特に④の 0.5 cm 深が最も還元した。36 h になると、表面数 mm 以下の DO が 0.01 mg/L 以下になった。Eh は数~10 mm 深で-100 mV まで低下した。いずれの Eh 深さ分布の傾向は概ね等しかったが、最も還元した②と還元の遅い①では Eh に 100 mV の差があった。48 h が経過すると、DO と Eh は表面でも低下し、それぞれの深さ分布に測定箇所の違いが見られなくなった。

24 h の Eh が測定箇所毎に異なったのは、ポットへの給水の影響が主要因と考えられる。④は給水点に近く、他点より先に土が飽和した。そのため、好気性細菌の活動が速く進行したと考えられる。好気性細菌により DO が消費され土壌が還元すると、微生物活動が落ち着き Eh の変化が遅くなる。すると、微生物活動が遅れていた他点の Eh が④の Eh に近づく。このため、時間経過により測定箇所毎の Eh の違いが減少したと考えられる。

好気呼吸や硝酸の還元など飽和初期の土中の Eh 変化を対象とする実験では、飽和にかかる時間や給水点と測定点との位置関係に留意が必要といえる。一方、水分飽和後の還元土を対象とする実験では、乾燥密度や基質の添加を均等に行えば、Eh の深さ分布の空間分布をあまり考慮する必要がないといえる。

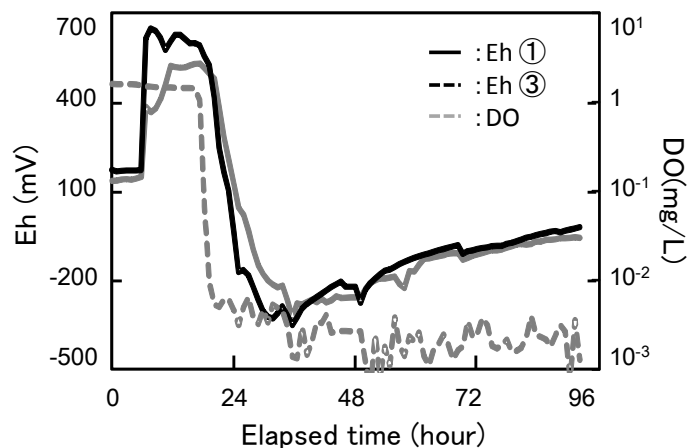


図-2 0.2 cm 深の DO と Eh。時間は給水開始からの経過を示す。①, ③は図-1 の位置にそれぞれ相当する。

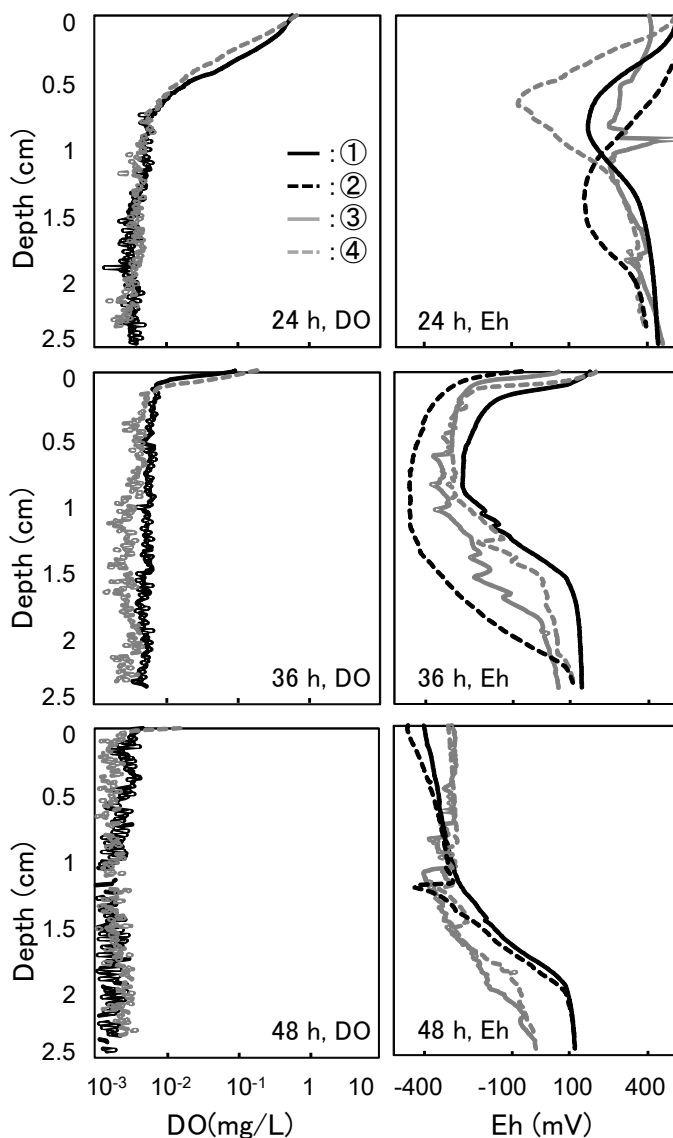


図-3 給水開始から 24, 36, 48 h 後の各箇所の DO と Eh の深さ分布。①~④は図-1 の位置にそれぞれ相当する