

酸化還元電位の温度依存性と熱水土壤消毒時の土壌における変化
 Temperature dependence of redox potential and its changes in soil during
 sterilization with hot water

○伊東雄樹* 太田和宏** 北浦健生** 登尾浩助*

○Yuki ITO* Kazuhiro OTA** Takeo KITAURA** Kosuke NOBORIO*

1. 背景・目的

近年、土壤消毒法として熱水土壤消毒が注目されている。熱水土壤消毒は土壌に水のみを投入するため、環境負荷が小さい消毒技術とされている。しかし、熱水投入により地球規模気候変動の要因とされている温室効果ガスが、大量に発生することが報告されている。土壌における温室効果ガス生成の大部分は微生物活動によるものと考えられる。微生物活動は、土壌の酸化還元電位に大きく影響を受ける。酸化還元電位には温度依存性があり、従来 40°C までの温度依存性が報告されている。しかし、熱水土壤消毒時の地温は 90°C 以上まで上昇する。さらに、熱水土壤消毒時の土壌における酸化還元電位の変化は明らかにされていない。そこで、酸化還元電位の温度依存性と熱水土壤消毒時の土壌酸化還元電位の変化を明らかにすることを本研究の目的とした。

2. 方法

酸化還元電位の測定には基準電極として塩化銀電極を、比較電極として白金電極を用いた。ORP 標準液(堀場製作所)を入れた 1 L ビーカーを恒温水槽で 20 から 95°C まで上昇させながら酸化還元電位と温度の測定を行った。

熱水土壤消毒時の土壌酸化還元電位は、神奈川県農業技術センターのビニールハウス内圃場で、2012 年 8 月 2 日から 9 月 29 日まで測定した。電極は室内実験と同じものを使用し、電極と T 型熱電対を 5、10、20、40、60、80 および 100cm に埋設した。土壤消毒は熱水投入量を 200L m⁻²、出湯温度を 95°C とし、灌水チューブを 30cm 間隔になるよう地表面に並べて行った。

3. 結果と考察

0 から 40°C における酸化還元電位変化(堀場製作所)と ORP 標準液の温度を 20 から 95°C まで変化させた時の酸化還元電位の変化は、20 から 40°C の範囲でよく一致した(Fig. 1)。また、0 から 40°C および 20 から 95°C に対する酸化還元電位の変化具合に大きな違いは見られなかった。したがって、0 から 95°C の範囲では、20°C の酸化還元電位 Eh_{20} (mV) への変換に式(1)を使うことを提案する。

$$Eh_{20} = \left[\frac{1}{1 + 0.00425(20 - T)} \right] Eh_T \quad (1)$$

ここで、 T は溶液温度(°C)、 Eh_T は T °C の時の酸化還元電位(mV)である。

熱水土壤消毒開始前から熱水処理終了後約 24 時間の酸化還元電位の変化を Fig. 2(a)に示す。熱水土壤消毒前は一般的な畑と同様に好氣的条件下であった。深さ 5 および 10cm で

* 明治大学大学院農学研究科 〒214-8571 神奈川県川崎市多摩区東三田 1-1-1

** 神奈川県農業技術センター 〒259-1204 神奈川県平塚市上吉沢 1617

キーワード：熱水土壤消毒，酸化還元電位，温度依存性，土壌の物理化学的性質

は熱水処理開始とともに、深さ 20 から 60cm では浅い点から順に一度増加した後、急激に減少した。また、深さ 80 および 100cm でも熱水処理後に増加がみられたが、処理前より低い値にはならなかった。酸化還元電位は溶質濃度また溶存酸素の影響を受けるとされている。熱水処理直後の深さ 5 から 60cm における酸化還元電位の減少は熱水による溶質の溶脱によるものだと考えられる。また、深さ 20 から 60cm における一時的な溶質の上昇は深さ 5 から 10cm において溶脱された溶質の通過によるものだと考えられる。また、深さ 5cm において 24 時間で約 300mV 減少した。しかし、水田土壌を 20°C で培養して 300mV 減少するのに、約 30 日以上を要することが報告されている。このことから、熱水土壌消毒後の土壌における酸化還元電位の減少スピードは非常に早いことが明らかになった。

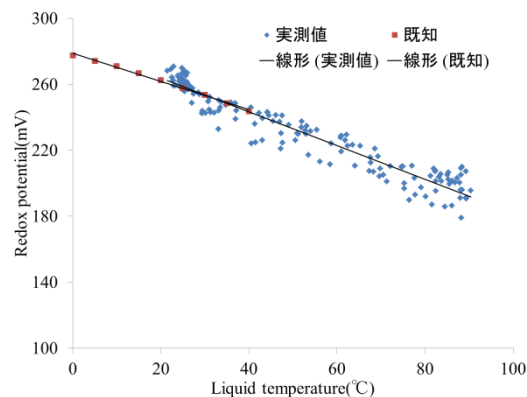


Fig. 1 酸化還元電位の温度依存性

熱水土壌消毒開始前から測定終了までの酸化還元電位の変化を Fig. 2(b)に示す。熱水処理後の深さ 5 から 20cm において実験終了にかけて日変化はあるものの、大きな変化はみられなかった。また、日変化は深さ 5 から 80cm までみられ、その日変化は体積含水率や地温の日変化によるものだと考えられる。深さ 40、80 および 100cm において熱水処理後から実験終了にかけて減少した。深さ 5 から 20cm においてほとんど変化が見られなかった原因は熱水処理により微生物が死滅し、酸素が消費されなかったことが考えられる。一方で、深さ 40、80 および 100cm における減少は熱水処理でも死滅しなかった微生物によるものだと考えられる。

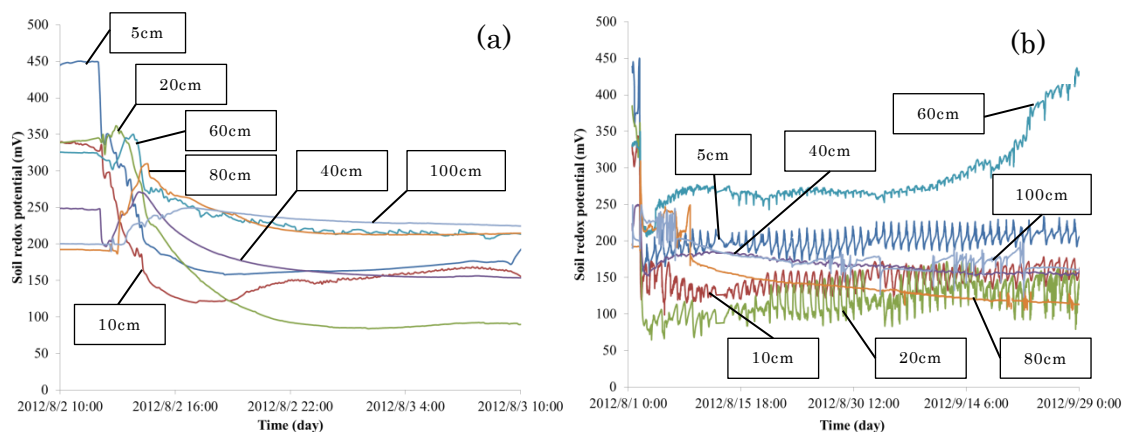


Fig. 2 熱水土壌消毒後の土壌における酸化還元電位の変化

Redox potential changes in soil during sterilization with hot water

(a)消毒開始前から熱水処理終了後約 24 時間、(b)消毒開始前から測定終了まで

(a)between start of sterilization and 24h after hot water application

(b) between start of sterilization and end of measurement

4. 謝辞

本研究の一部は、2009 年度文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業 (S0901028)の助成により実施した。