

小さくても丈夫が取り柄、埋めて使える CO₂ 濃度センサー

東北支所 森林環境研究グループ
気象環境研究領域 気象研究室
領域長

安田 幸生
溝口 康子
大谷 義一

背景と目的

森林土壌は、落葉・落枝などを起源とする有機物の分解や樹木の根の呼吸によって二酸化炭素 (CO₂) を放出しています。土壌からの CO₂ 放出量は、樹木の葉の光合成による CO₂ 吸収量に匹敵するほどの量になるため、森林生態系の CO₂ 収支を解明するには土壌中の CO₂ 動態の調査が大変重要です。土壌表面から大気中への CO₂ 放出過程は近年盛んに研究が行われていますが、土壌中における CO₂ 濃度分布や CO₂ 移動に関する研究は多くありません。これは、土壌中 CO₂ 濃度を測定する専用測器がなかったことが一因です。そこで今回、小型で頑丈な土壌埋設用の CO₂ 濃度計を開発し、野外においてその性能を評価しました。

成 果

土壌埋設用 CO₂ 濃度計の開発

これまで、土壌中 CO₂ 濃度の連続測定は大気測定用の CO₂ 濃度計を土壌中に埋設して行われてきましたが、本来の使い方と異なる使用法のため測器の耐久性に問題がありました。そこで、耐久性にすぐれた土壌埋設専用の CO₂ 濃度計を開発しました。開発のおもな目標は、「1. 丈夫であること」、「2. 小型であること」、「3. 低価格であること」の3点です。これらの点は土壌中 CO₂ 濃度の長期測定を実現するための重要なポイントと考えました。

開発した土壌埋設用 CO₂ 濃度計 (写真 1) には、防水・防塵加工を施し、野外の自然条件下での長期間 (数ヶ月から一年間) にわたる埋設に耐えられるようにしました (1. 丈夫であること)。CO₂ 濃度の検出部には市販されている CO₂ センサー (CO₂Engine K10、SenseAir 社、スウェーデン) を用いました。また、温度センサーと相対湿度センサーを搭載し、CO₂ 濃度・温度・相対湿度の同時測定を可能にしました。濃度計内の電子回路基盤やセンサーの配置位置などを工夫することにより、サイズを約 100 × 65 × 40mm (横×縦×高さ) におさえました (2. 小型であること)。濃度計の作成に使用した部品は、すべて市販品を用いたので、低コスト化を実現しました (3. 低価格であること)。

表面) から 50cm までの CO₂ 濃度を測定しました。約二ヵ月半の測定の結果、土壌中における CO₂ 濃度変動の特徴をとらえることができました (図 1)。CO₂ 濃度は土壌の深いところほど高くなりました。また、日々の濃度変動は土壌の浅いところほど大きくなりました。1 月中旬にすべての深さにおいて CO₂ 濃度が一時上昇しましたが、これは暖かい日が続く、地温が上がったことが要因の一つと考えられます。

CO₂ 濃度の日変化は土壌の浅いところで顕著にみられます。温度と相対湿度の同時測定の結果 (図 2)、CO₂ 濃度の日変化は、温度の日変化と同じ傾向であること (温度が上がると CO₂ 濃度が上昇)、相対湿度の変化とは逆の傾向となること (相対湿度が下がると CO₂ 濃度が上昇) がわかりました。

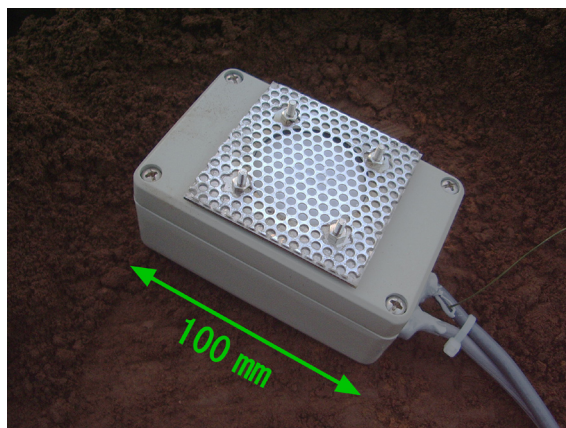
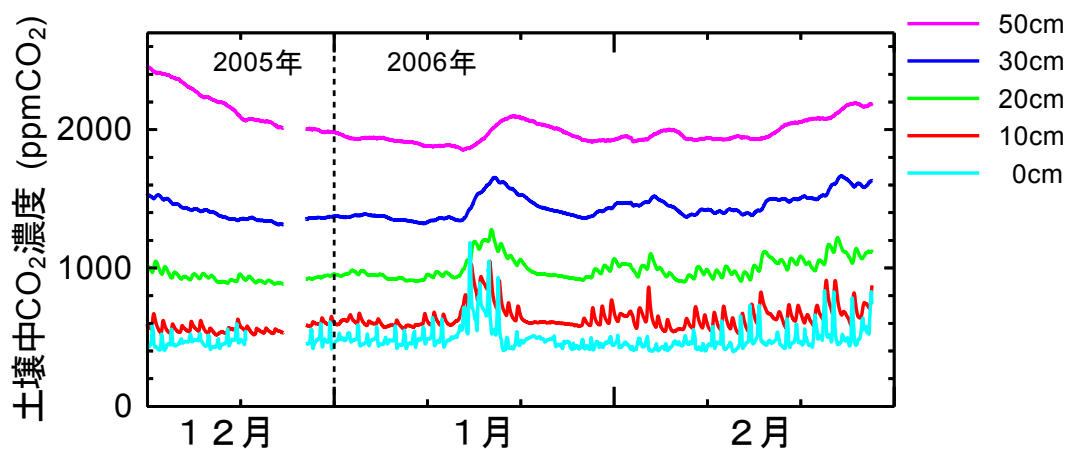
このように、開発した CO₂ 濃度計は、土壌中 CO₂ 濃度の長期測定のための十分な性能を持っていることを野外テストによって確認しました。

本研究の一部は科学研究費補助金 (若手研究 B) 「土壌中における二酸化炭素濃度の鉛直・水平分布と時間変動の解明」、一般研究費およびバロン電子株式会社との共同研究による成果です。

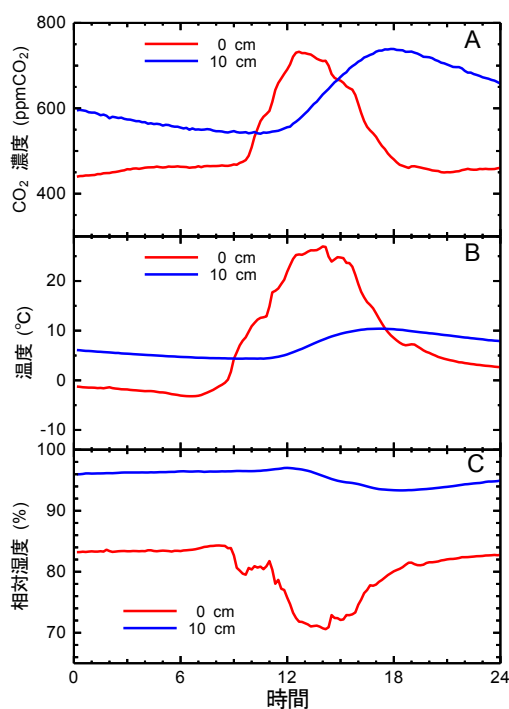
土壌中 CO₂ 濃度測定 (野外テスト)

この CO₂ 濃度計を実際に土壌中に埋めて、深さ 0cm (地

詳しくは Yasuda, Y. ほか (2008) Journal of Forest Research 13:312-319 をご覧ください。

写真1 開発した土壌埋設用 CO₂ 濃度計図1 CO₂ 濃度計で測定した深さ 0cm（地表面）から 50cm までの土壌中 CO₂ 濃度の様子（12月下旬における測定データの途切れは観測のメンテナンス作業によるもの）

土壌中 CO₂ 濃度は土壌の深いところほど高くなりました。また CO₂ 濃度の日変化（細かいギザギザ）は土壌の浅いところほどはっきり現れ、深くなるほど減衰しました。

図2 土壌中 CO₂ 濃度 (A)、温度 (B)、相対湿度 (C) の日変化の例（深さ 0cm（地表面）と深さ 10cm での測定例）

土壌の浅いところでは、CO₂ 濃度・温度・相対湿度の日変化が確認でき、温度が上がり、相対湿度が下がるときに CO₂ 濃度が上昇したことが観測できました。