

土壌ガス CO₂ 同位体分析—試料採取および調整法の検討

Isotopic analysis of CO₂ in soil gas - Preliminary investigation of sampling and pretreatment

藤吉亮子¹⁾ 天野 光²⁾

Ryoko Fujiyoshi Hikaru Amano

¹⁾北海道大学 ²⁾原子力機構

土壌空気に含まれる二酸化炭素の起源を明らかにする研究の一環として、北大構内半原生林中の観測ポイントにおいて土壌ガス CO₂ の AMS による炭素同位体分析のための基礎的検討を行った。

キーワード : 土壌空気、CO₂、炭素同位体組成、試料採取、前処理

1. 緒言 北大構内半原生林中に設置した観測ポイントにおいて深さ 30cm および 100cm の試坑を掘削し、CO₂ プローブを設置してその連続測定を行うとともに、季節ごとに森林大気（高さ 2m）および土壌空気（深さ 30, 100cm）を捕集して CO₂ 炭素同位体分析を試みた。平成 18 年度下期において同位体分析のための試料採取および調整法がほぼ確立したため、平成 19 年度上期においては夏季のデータ収集および解析を行った。

2. 方法

観測ポイントおよび土壌空気採取 - 北海道大学構内の半原生林中に観測ポイントを設置し、深さの異なる 2 本の試坑（径 3cm 深さ 30cm, 100cm）を掘削して、アクリル管（内径 2.2cm）を挿入した。2007 年 9 月、試坑の上端に吸湿剤（ドライアライト）を介してミニポンプ（MPΣ100H、柴田科学）を接続し、大気の混入がないように注意しながら一定流量（0.5 L/min）で土壌空気（3L）をアルミニウムバッグ（CCK30、GL サイエンス）に捕集した。また観測ポイントの地表面から 2m の高さにおいて土壌空気と同様の条件で森林大気（30L）を採取した。

試料前処理 - JAEA むつ事務所において試料の前処理を行い、AMS 用ターゲットを作成した。すなわち、試料ガスを真空ラインに導入し寒剤（アルコール入ドライアイスおよび液体窒素）を用いて水分除去および CO₂ 精製を行った後、高純度鉄粉を触媒として 650°C で水素によりグラファイトに還元した。これをターゲットピースに充填して AMS 用試料とした。

3. 研究成果 図 1 に本観測ポイントにおいて平成 19 年 6 月から 8 月に得られた土壌空気中の CO₂ 濃度の日変化を示した。観測開始時から CO₂ 濃度は徐々に増加し 8 月末には現有装置の測定限界に達した。また、深さ 100cm における濃度が一貫して高い値を示した。炭素同位体分析の結果を表 1 に、これまで得られたデータをまとめて図 2 に示す。すでに報告した 2 月のデータと同様、本観測ポイントの ¹³C に関する CO₂ 炭素同位体比 (δ¹³C) は i) 現在の標準的な値 (-8.5) に比較してより低い値 (-11~-12) を示し、ii) 土壌の深さ 30cm と 100cm において異なる δ¹³C が得られ（土壌環境の違いにより C 同位体比が深さによらず一定であるという報告もある）¹⁾、iii) 深い部分は表層部に比較して大きい負の値を示すことがわかった。また ¹⁴C に関する CO₂ 炭素同位体比 (Δ¹⁴C) も土壌空気は大気に比較して低い値を示し、土壌深部からの CO₂ ガス湧出や古い有機物炭素や炭酸塩の分解による CO₂ ガスの存在が考えられた。

4. 結論・考察 2007 年 6 月から土壌空気中の CO₂ 連続測定を開始し、夏季における日変化および季節変化の様子が明らかになった。9 月に採取した空気試料の同位体分析結果からは、2 月の積雪時に観測された古い炭素 (Δ¹⁴C=300‰) の存在が確認されなかった。このような状況が冬季に特有なものか？ また、その起源は何か？ を明らかにするためには、土壌空気のみならず土壌に含まれる植物の根や腐植物質等の土壌有機物、あるいは炭酸塩等の鉱物成分の炭素同位体組成を検討することが必要である。また、季節ごとに土壌空気を採取し、得られたデータとあわせて解析してゆく予定である。

5. 参考文献

1. Liu W., Moriizumi J., Yamazawa H. and Iida T., Depth profiles of radiocarbon and carbon isotopic compositions of organic matter and CO₂ in a forest soil, J. Environ. Radioact., 90, 210-223 (2006).

Table 1 Results of carbon isotopic analyses of air samples as well as reference materials

Sample	Yield (%)	$\delta^{13}\text{C}$ (vs PDB)	$^{14}\text{C}/^{12}\text{C} \pm \text{error}$	
Air (Sep.5 2007)	83.8	-11.5	1.03×10^{-12}	3.3×10^{-15}
Air (Sep.6 am 2007)	82.5	-12.0	1.02	3.3
Air (Sep.6 pm 2007)	85.0	-11.4	0.995	3.3
Soil30 (Sep.6 am 2007)	31.3*	-22.0	0.921	3.2
Soil30 (Sep.6 pm 2007)	70.5	-21.0	0.926	3.2
Soil100 (Sep.6 am 2007)	87.0	-23.3	0.895	3.1
Soil100 (Sep. 6 pm 2007)	86.0	-23.1	0.889	3.1
Reference materials	Date: Sep.25-27 2007 Background $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$: $2.44 \times 10^{-15} \pm 1.8 \times 10^{-16}$ Modern $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$: $1.01 \times 10^{-12} \pm 3.2 \times 10^{-15}$ Reference materials:			
	pMC	$\delta^{13}\text{C}$ (vs PDB)		
IAEA-C6	148.7 ± 1.8	-10.3		
IAEA-C5	23.3 ± 0.2	-25.0		

* Low yield may be caused by a mistake of weighing Fe powder as a catalyst of the CO₂ reduction.

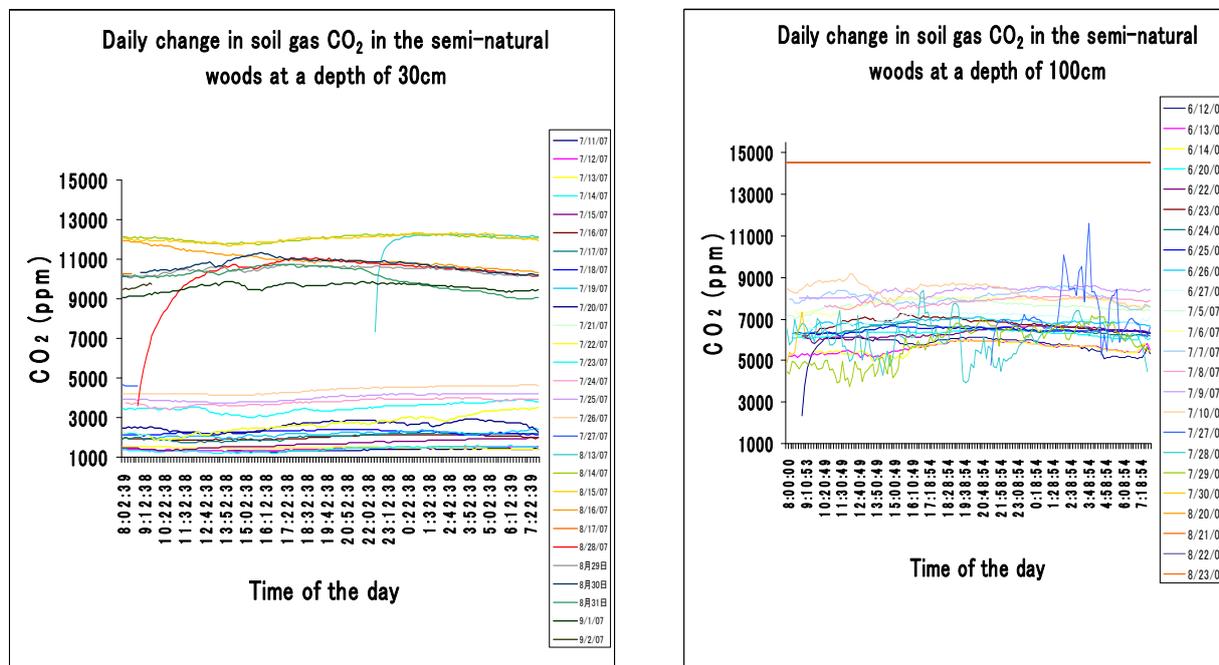


Figure 1 Daily change in soil gas CO₂ monitored at the depths of 30 and 100 cm in the woods from June to August in 2007

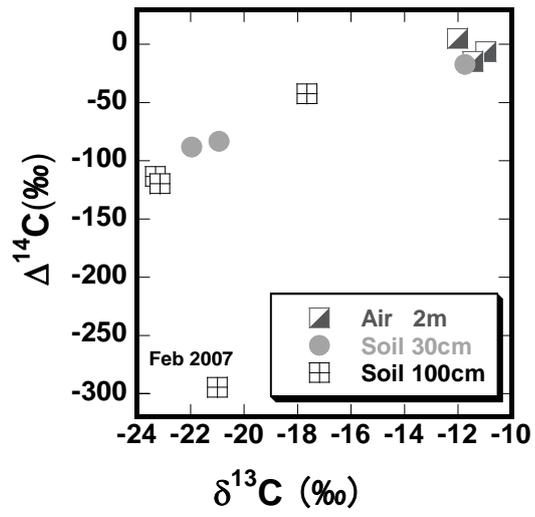


Figure 2 Relation between $\delta^{13}\text{C}$ and $\Delta^{14}\text{C}$ values in atmospheric and soil air samples collected in February and September, 2007.