

酸性土壌への石灰施用が二酸化炭素放出に及ぼす影響

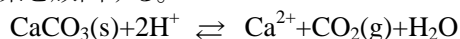
Effect of liming on CO₂ emission from acid soils

○平井健太, 井本博美, 西村拓, 宮崎毅

○Kenta Hirai, Hiromi Imoto, Taku Nishimura and Tsuyoshi Miyazaki

1. はじめに

2004 年度に世界で放出された温室効果ガスの 13.5% が農業分野に関連するものである (IPCC 2007)。他方、酸性土壌は、世界の農耕地 50 億 ha の 5~6 割を占め、酸性土壌の改良を目的として、世界中で農地への石灰施用が行われている。石灰による酸性矯正は以下の反応によって、二酸化炭素を放出する。



IPCC(2007)によれば、農地への石灰施用に伴う大気への二酸化炭素放出は、石灰中の炭素全量が CO₂ として放出されると仮定している。しかし、IPCC の仮定は実測値に基づいていないため、農地への石灰施用に伴う CO₂ 放出量の変化を明らかにする必要があると考えられる (Biasi et al. 2008)。

本研究では、農地への石灰施用に伴う CO₂ 放出量の定量化を念頭に、日本の酸性土壌である黒ボク土と国頭マージを用いて、炭素量、水分量の違いが石灰施用に伴う CO₂ 放出に与える影響を明らかにすることを目的とした。

2. 実験方法

試料: 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林田無試験地の森林黒ボク土と沖縄県今帰仁村湧川地区非耕地の国頭マージを使用した。供試土の基本的な性質を Table 1 に示す。

方法: 容積約 500 ml の培養びんに所定の水分量の試料を乾土重 10 g 分入れ、フタを閉め密閉状態とし、培養開始から 6 日おきに空気の入替えを行った。測定期間は 36 日間で、ガス採取は計 20 回行った。培養びん内の CO₂ 濃度はガスクロマトグラフ質量分析計 (GCMS-2010Plus SHIMADZU) で測定し、CO₂ 濃度の変化量から積算 CO₂-C 量を算出した。また、別途に土壌 pH も測定した。反復は 3 回行った。

培養条件: 温度は 20 °C 一定で、水分条件は圃場容水量の 30%、70% とした (図表中、FC30%, 70%)。石灰所要量は目標 pH を 6.5 として炭酸カルシウム添加通気法で求めた。具体的には、黒ボク土には

0.01 kg kg⁻¹、国頭マージには 0.004 kg kg⁻¹ の石灰を施用した。本研究では、石灰由来の C と土壌有機物由来の C を区別するために、石灰中の C を安定同位体である ¹³C にした Ca¹³CO₃ (¹³C 99%) を使用し、¹³CO₂ を石灰由来、¹²CO₂ を微生物呼吸由来と定義した。

Table 1 供試土の炭素量、窒素量、pH

	黒ボク土	国頭マージ
炭素量 [%]	11.1	0.25
窒素量 [%]	0.75	0
pH	5.2(H ₂ O)	4.3(H ₂ O)

3. 結果と考察

Fig.1 に石灰施用後の黒ボク土壌 pH の時間変化を示す。石灰施用直後に土壌 pH が上昇し、培養期間を通じて高い値を維持していた。これは、国頭マージに関しても同様であった。

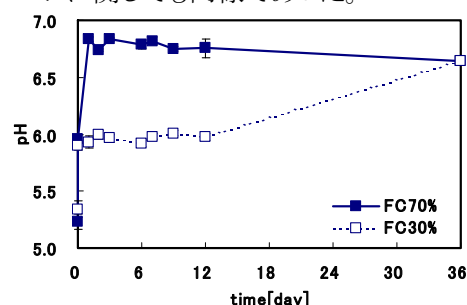


Fig.1 石灰施用後の黒ボク土壌 pH の時間変化

Fig.2 に黒ボク土に石灰施用した後の CO₂ 放出量の時間変化を示す。石灰由来 ¹³CO₂ 放出量は培養期間を通して、微生物呼吸由来 ¹²CO₂ 放出量より大きかった。微生物呼吸由来 ¹²CO₂ 放出量を見ると、石灰施用区が石灰無施用区に比べて、培養期間を通して高い値を示した。これは、石灰施用により微生物活性が増加したためと考えられる。また、圃場容水量 70% の試験区が培養期間を通して、圃場容水量 30% の試験区よりも常に高い微生物呼吸由来 ¹²CO₂ 放出速度を示した。これは、水分量が石灰施用条件下の微生物呼吸の律速要因であることを示す。

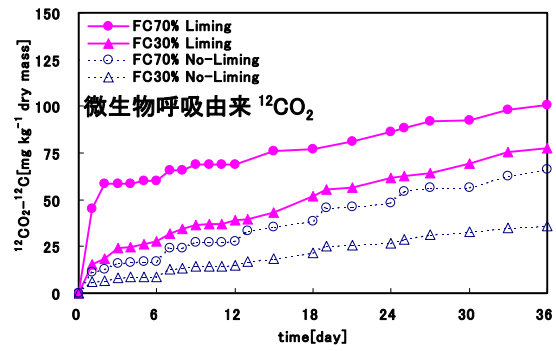
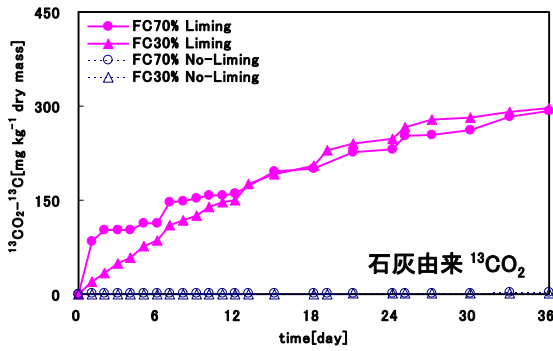


Fig.2 黒ボク土に石灰施用した後の CO₂ 放出量の時間変化

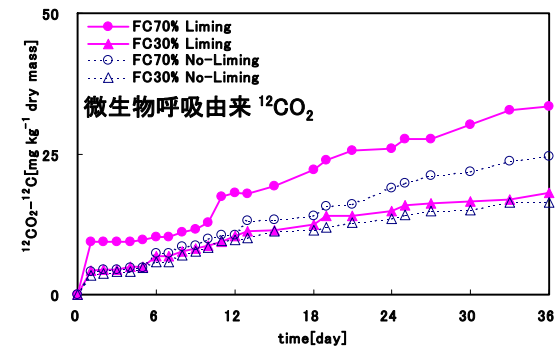
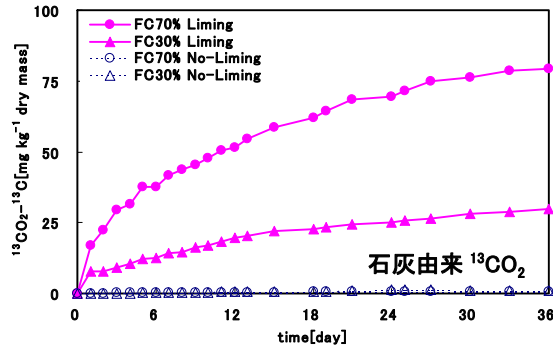


Fig.3 国頭マージに石灰施用した後の CO₂ 放出量の時間変化

Fig.3 に国頭マージに石灰施用した後の CO₂ 放出量の時間変化を示す。国頭マージは黒ボク土と同様の傾向に加えて、圃場容水量 70%の試験区が培養期間を通して、圃場容水量 30%の試験区よりも常に高い石灰由来 ¹³CO₂ 放出速度を示した。

Fig.4 に石灰施用後の微生物呼吸由来 ¹²CO₂ 放出の増加量 ΔC を示す。縦軸は石灰施用区の積算 ¹²CO₂-C から石灰無施用区の積算 ¹²CO₂-C を引いたものである。黒ボク土は国頭マージより培養期間を通して増加量が多い。これは、黒ボク土が国頭マージより土壌炭素量が多いことを反映していると考えられる。土壌炭素量が多いとき、直接石灰に由来する CO₂ 放出の増加に加えて、石灰による priming 効果が顕在化すると考えられる。

Table 2 に培養終了後、石灰由来 ¹³C が ¹³CO₂ として放出された割合を示す。黒ボク土は国頭マージより、石灰由来 ¹³C が ¹³CO₂ として放出された割合が大きかった。Biasi(2008)は圃場実験により石灰由来 C が 2 年間で 15.2% 放出されたと報告したが、本研究では 1 ヶ月で 5.3~23.1% 放出したことがわかった。

4. おわりに

石灰施用による CO₂ 放出量の増加は石灰由来 CO₂ 放出によるところが大きいが、石灰施用は微生物活性を高め、その結果、石灰由来の CO₂ だけでなく土壌炭素を起源とする微生物呼吸由来の CO₂ を増加させた。さらに、土壌炭素量が多い黒

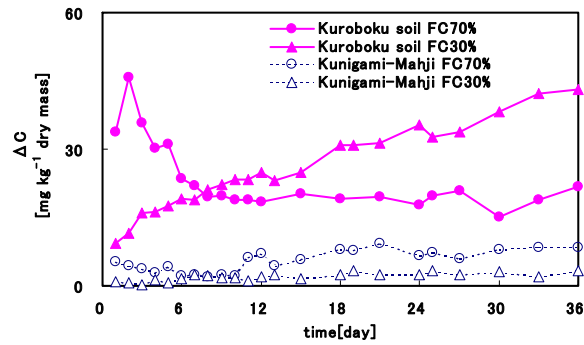


Fig.4 石灰施用後の微生物呼吸由来 ¹²CO₂ 放出の増加量 ΔC

Table2 培養終了後、石灰由来 ¹³C が ¹³CO₂ として放出された割合

土壌	水分条件	体積含水率 θ	放出割合
黒ボク土	FC70%	36.4%	22.7%
	FC30%	15.6%	23.1%
国頭マージ	FC70%	21.7%	14.1%
	FC30%	9.3%	5.3%

ボク土の方が国頭マージに比べて、石灰施用による微生物呼吸由来の CO₂ の増加が著しくなった。

水分量が多いとき、石灰施用後の微生物呼吸由来の CO₂ 放出が増加する傾向があった。

謝辞: 研究の実施に関しては、科学研究費補助金基盤研究(A)(20248025, 代表:宮崎 毅)から補助を受けた。

参考文献:

IPCC (2007):IPCC AR4

Biasi et al. (2008):Soil Biol. Biochem., 40, 2660-2669