

土壤微生物とセシウム

環境動態研究グループ

小嵐 淳

土壌微生物

- ◆ 1 m²あたり、数100 g
- ◆ 90%くらいは、細菌と菌類

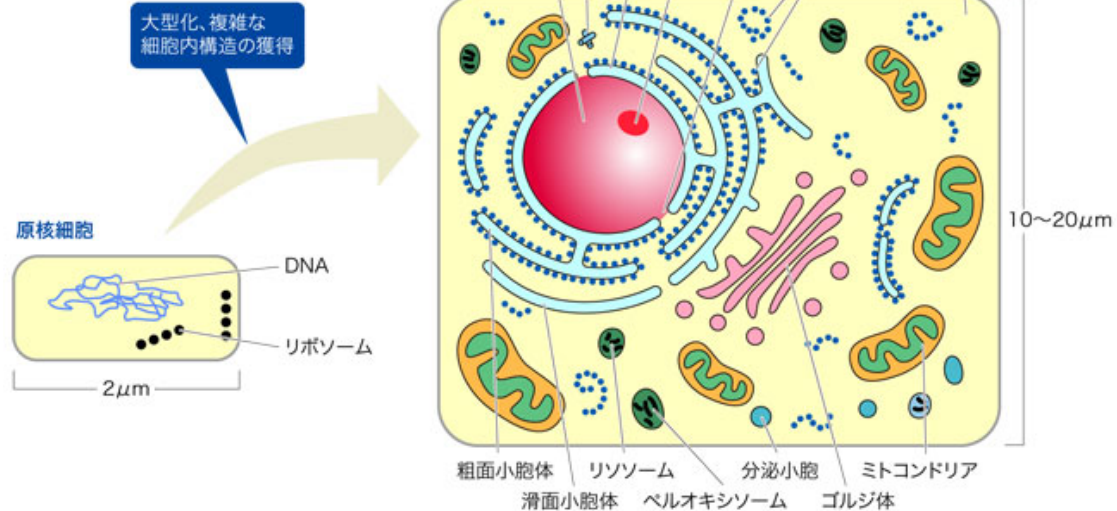
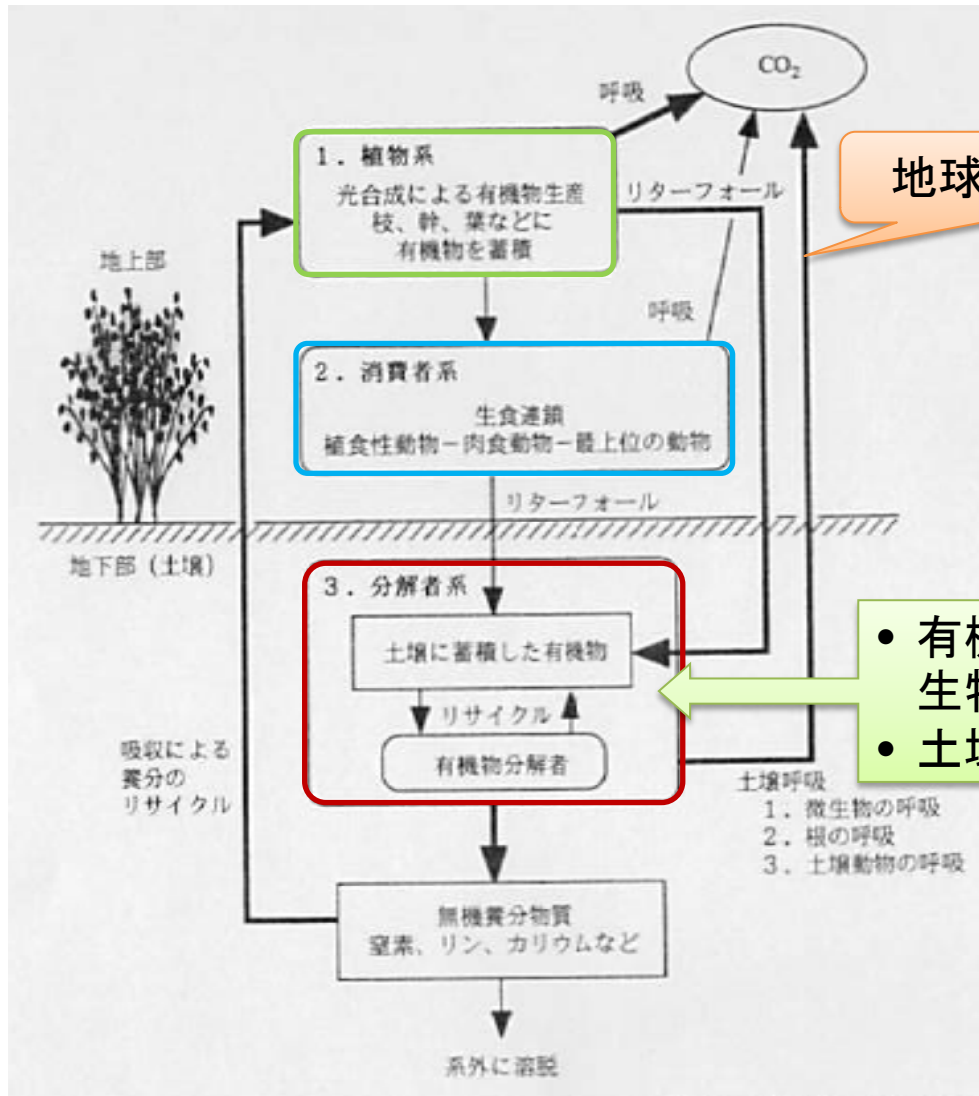


表. 土壌微生物の大きさ、個体数、バイオマス

図1 原核細胞と真核細胞

生物	形態	大きさ (μm)	個体数 /m ²	バイオマス (g/m ²)	陸上における総量 (x 10 ⁶ t)
細菌 (バクテリア)	原核性、単細胞または細胞の連鎖状	< 1	3 x 10 ¹⁴	300	44667
菌類 (糸状菌)	真核性、分枝状の菌糸	直径 2-30		400	59556
ヒト			4 x 10 ⁻⁵	2	300

地球環境における土壌微生物の役割



植物による有機物の生産



昆虫などによる有機物の消費
(生産量の数%~10%程度)



微生物による有機物の利用

- 有機物の分解 (CO₂放出)
- 植物が養分物質を再利用

地球温暖化

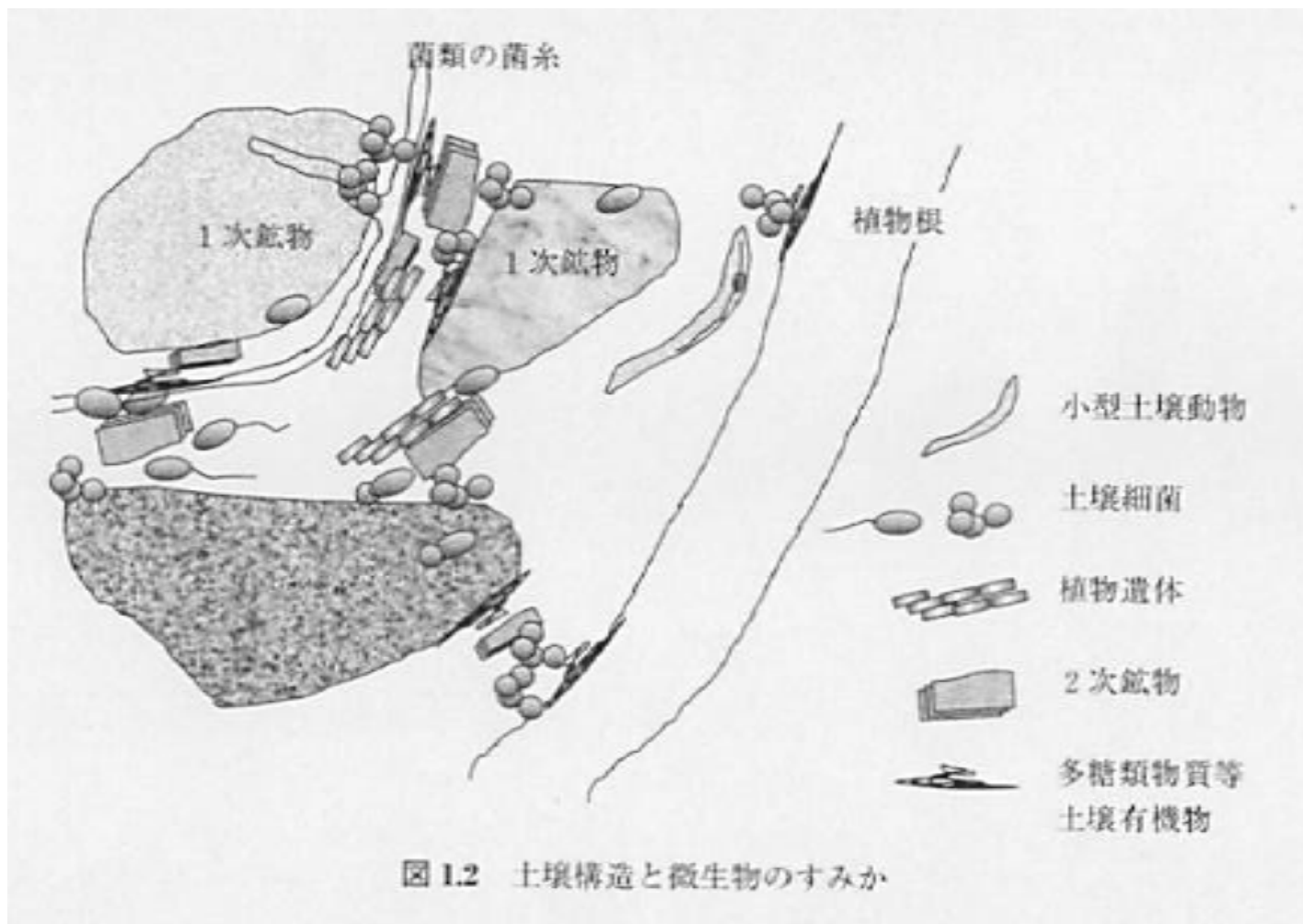
• 有機物の化学的・生物学的安定性
• 土壌の物理的特性

有機物の分解者として、生態系における養分物質のリサイクル機能を維持する役割

地球上の元素循環の立役者

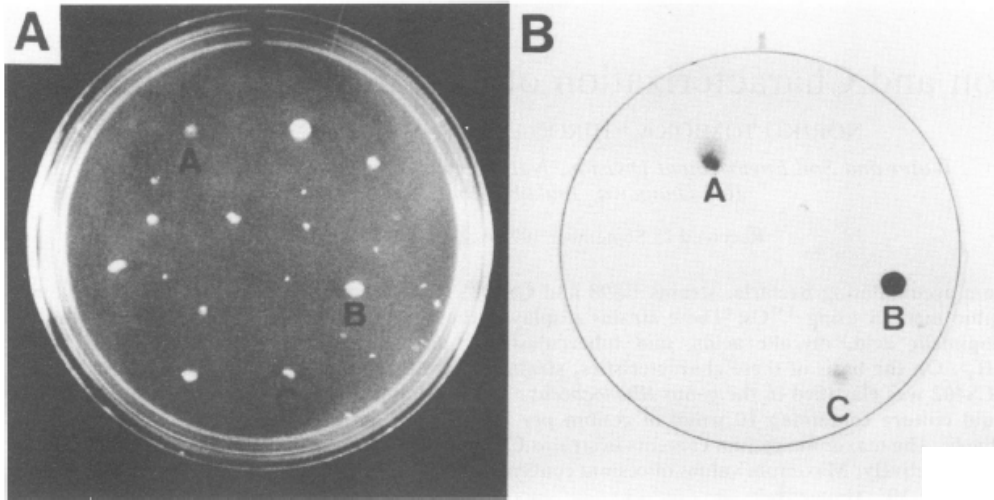
図. 陸上生態系を構成する有機物の生産者と分解者

土壌は、微生物、有機物、鉱物、(植物根)が混在する、
複雑でヘテロな空間



土壌微生物とセシウム

純粋培養実験（細菌類を対象）



Tomioka et al. (1992)

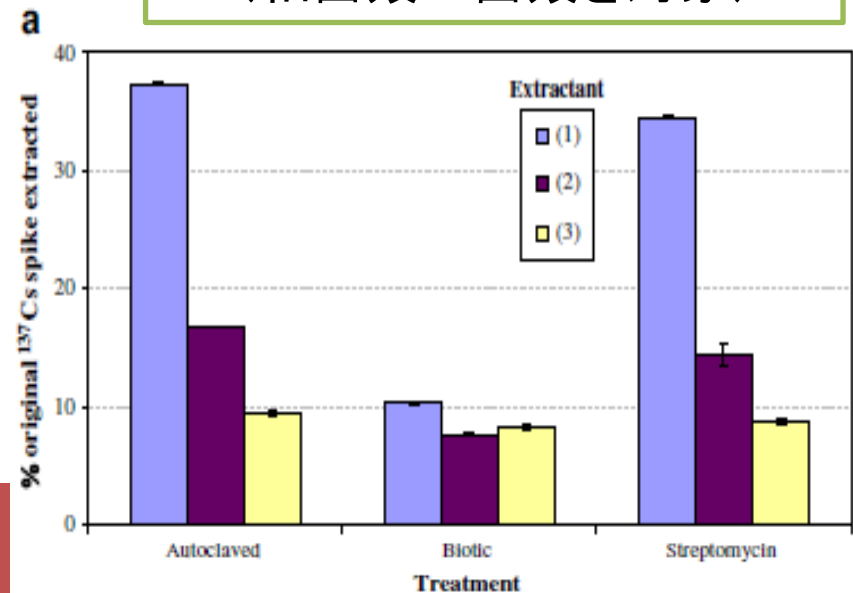
環境（土壌）中における セシウム動態への微生物の関与

- たぶん・・・ある？
- しかし、研究例が少なく、知見が限定的

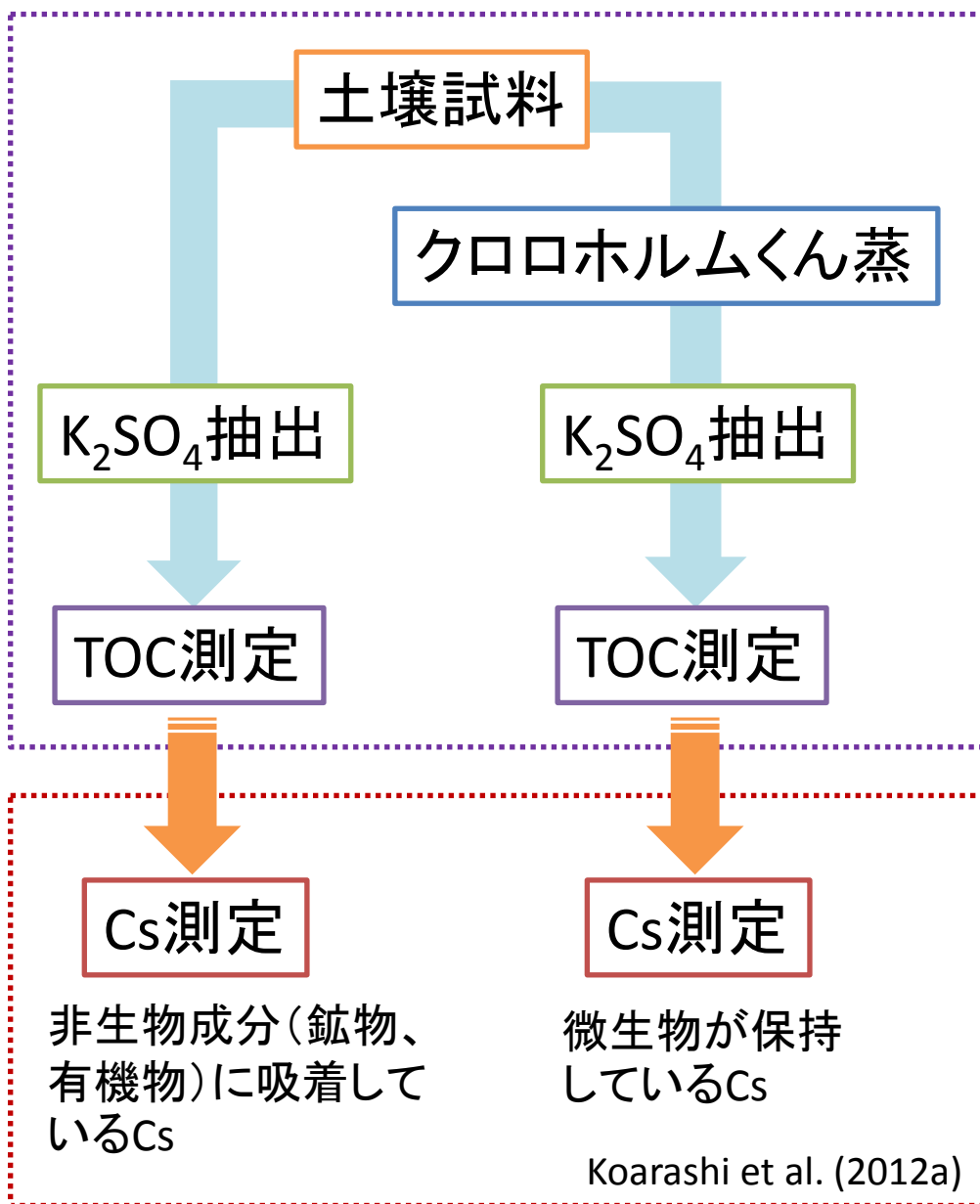
福島セシウムを対象とした研究で、
知見の体系化に寄与

キノコ（菌類）で高いセシウム
濃度が観測・・・（多数報告あり）

セシウム添加・滅菌処理実験 （細菌類＋菌類を対象）



Parekh et al. (2008)



微生物バイオマスC (MBC)

$$\text{MBC (gC/kg-soil)} = E_c / k_c$$

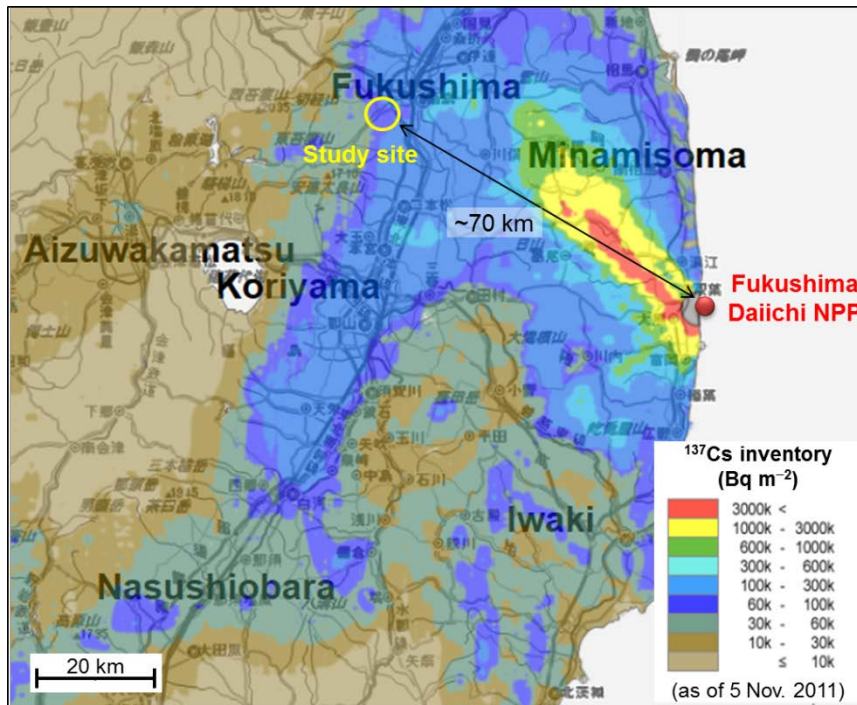
$$E_c = (\text{くん蒸土壌から抽出されたC}) \\ - (\text{非くん蒸土壌から抽出されたC})$$
$$k_c = 0.45 \text{ (Vance et al., 1987)}$$

微生物が保持するCs (Microbially retained Cs)

$$\text{Microbial Cs (Bq/kg-soil)} = E_{cs} / k_{cs}$$

$$E_{cs} = (\text{くん蒸土壌から抽出されたCs}) \\ - (\text{非くん蒸土壌から抽出されたCs})$$
$$k_{cs} = 0.45 \text{ (Bruckmann et al., 1994)}$$

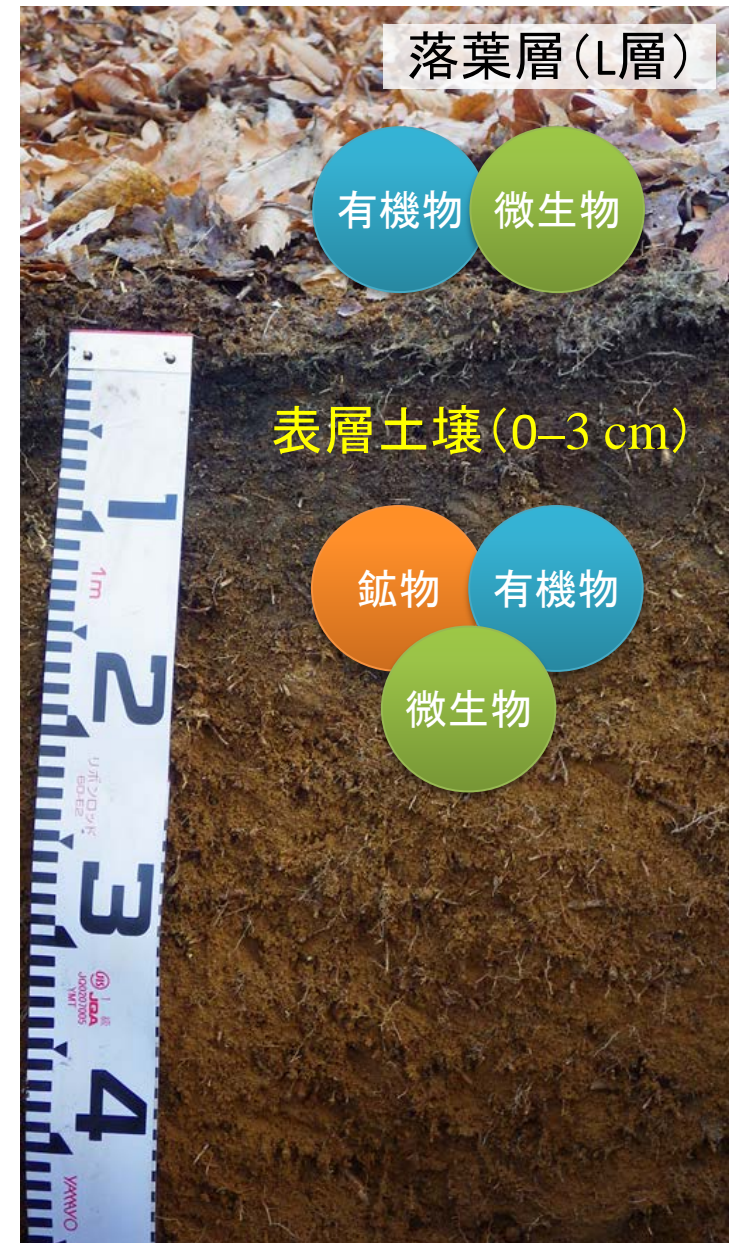
試料採取(1)

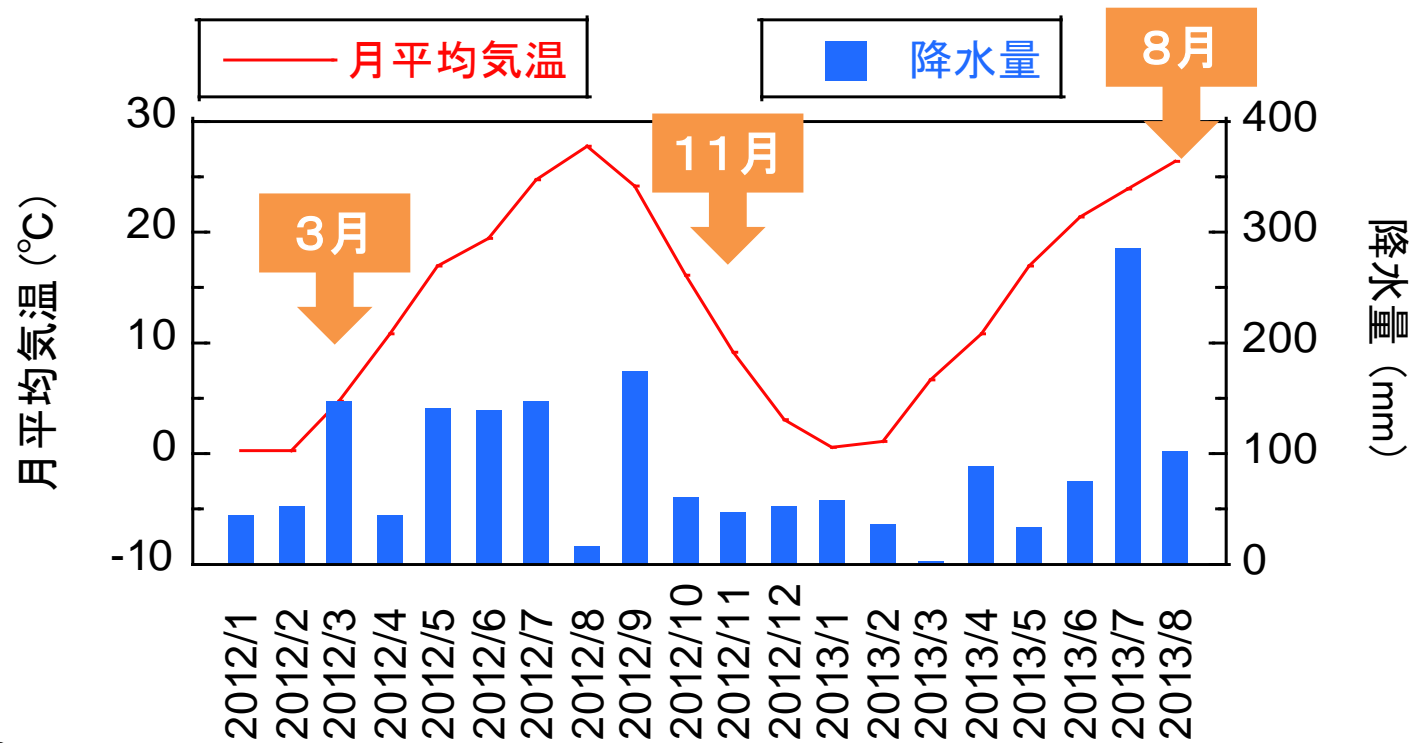


福島市内の森林5地点

Koarashi et al. (2012b)

地点	植生	土壌型
FR-1	落葉広葉樹 (ミズナラなど)	Fluvisols
FR-2	落葉広葉樹 (ミズナラなど)	Fluvisols
FR-3	針葉樹 (マツ優勢)	Fluvisols
FR-4	針葉樹 (スギ優勢)	Andosols
FR-5	針葉樹 (スギ優勢)	Andosols





FR-2地点の様子



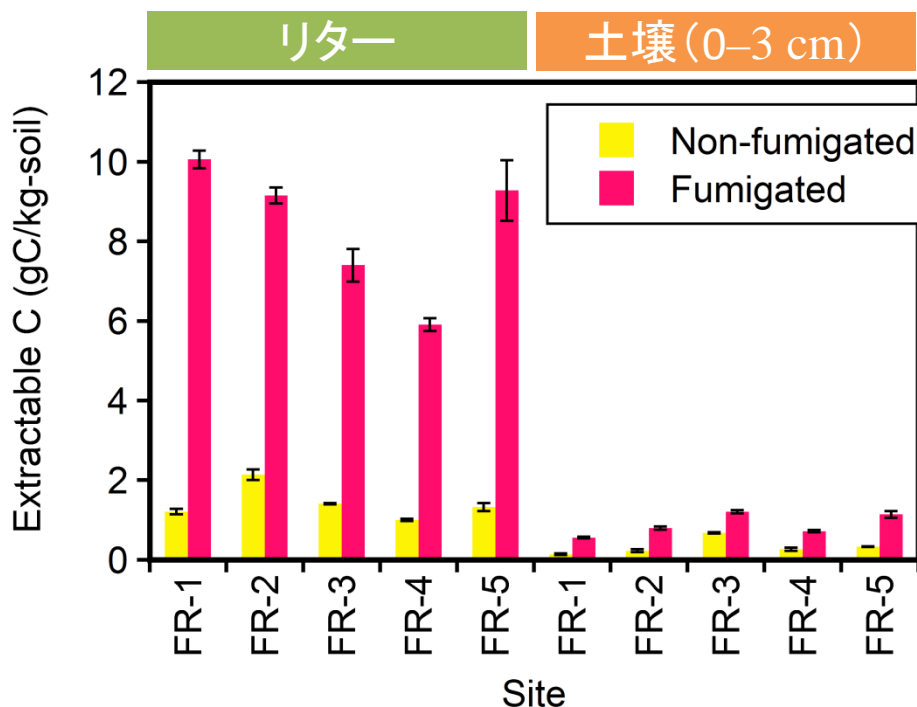


図. 抽出された炭素量(2012年11月の結果)

すべての地点、試料(リター、土壌)で、くん蒸によりC抽出量が増加
 ⇒ 微生物バイオマスが存在

層	MBC (gC/kg)	% of total C
リター	6.1-19.7	1.3-4.5
土壌(0-3 cm)	0.7-3.7	0.7-2.3

結果(2): 土壤微生物(細菌)相

微生物のもつ遺伝子情報に基づく分子生物学的手法: PCR-DGGE法

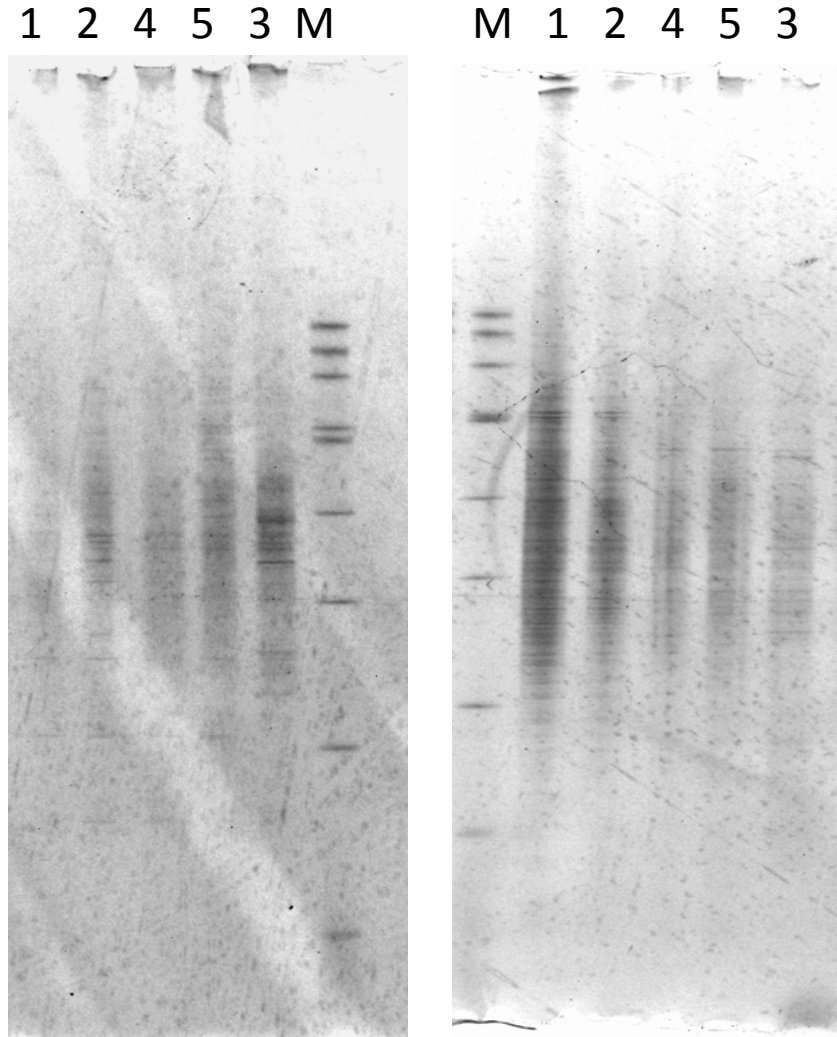
DNAの抽出

PCRの標的
16S rDNA

PCR(ポリメラーゼ連鎖反応)
DNAの特定領域を増幅

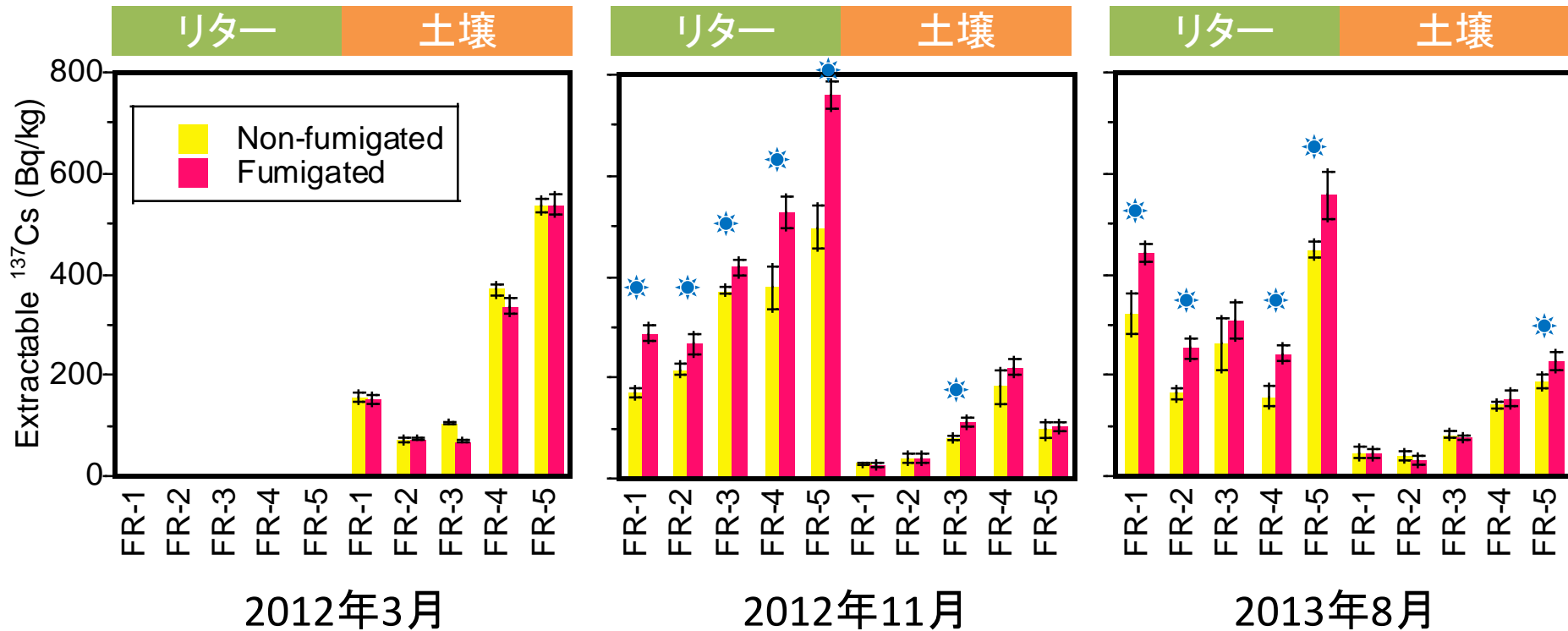
DGGE(変性剤濃度勾配ゲル電気泳動)
塩基配列の違いに基づきDNAを分離

- ◆ リター、土壤ともにバンド数が多く、多様な細菌が存在
- ◆ 土壤の方が種類が豊富
- ◆ 広葉樹と針葉樹で違う傾向



土壤微生物のPCR増幅16S rDNAのDGGEパターン (左)リター、(右)土壤

結果(3): ^{137}Cs の抽出量



- ◆ リター層では、地点、季節にかかわらず、 ^{137}Cs (^{134}Cs) 抽出量が増加
⇒ 微生物によるセシウムの保持が普遍的に存在
- ◆ 土壌(0-3 cm)では、2点のみ。

結果(4): 微生物が保持する¹³⁷Cs

表. リター層の結果

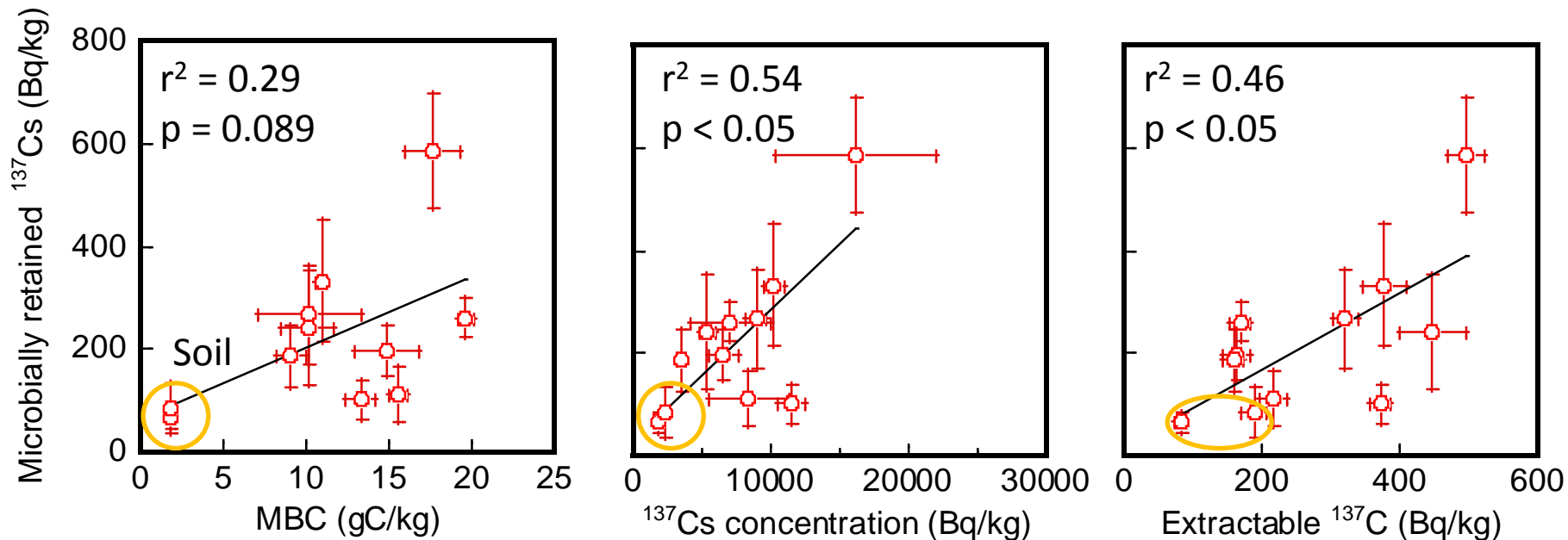
年月	¹³⁷ Cs濃度 (Bq/kg)	非生物成分が吸着保持する ¹³⁷ Cs (%)	微生物が保持する ¹³⁷ Cs (%)
2012年3月	NA	NA	NA
2012年11月	7050–16200	2.4–3.7	0.9–3.7
2013年8月	3540–9000	2.5–8.3	3.0–5.3

表. 土壌(0–3 cm)の結果

年月	¹³⁷ Cs濃度 (Bq/kg)	非生物成分が吸着保持する ¹³⁷ Cs (%)	微生物が保持する ¹³⁷ Cs (%)
2012年3月	3380–4390	2.1–12.8	Not detected
2012年11月	1790–3630	1.2–5.0	3.7
2013年8月	1550–2600	1.8–8.1	3.6

- ◆ 微生物は、非生物成分と同程度の¹³⁷Csを保持
- ◆ 全¹³⁷Csに対する割合に、経年変化(減少)は見られない

結果(5): 微生物による ^{137}Cs 保持の制御要因



微生物が保持する ^{137}Cs の量は、周辺環境の ^{137}Cs 量や、 ^{137}Cs のAvailabilityに依存

微生物による ^{137}Cs 保持が示唆すること

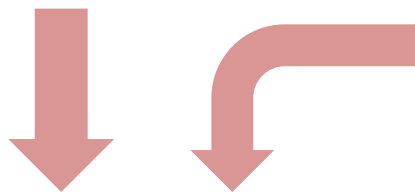
土壌微生物のターンオーバー

5.6–12.2 yr^{-1} (Blagodatskaya et al., 2011)

微生物のターンオーバーによって
放出される ^{137}Cs

570–7150 Bq/kg/yr

リター層に現存している ^{137}Cs 量の
5%–65%に相当する



落葉分解により可動化し、溶存する ^{137}Cs

植物によって再利用可能



微生物が、リター層における ^{137}Cs 易動性の維持に関与し循環を駆動