

What is soil organic matter worth?

土壤有機物の値打ちはいくら？

G.P. Sparling, D. Wheeler, E.T. Vesely, and L.A. Schipper
Journal of Environmental Quality 35: 548-557 (2006)

The conservation and restoration of soil organic matter are often advocated because of the generally beneficial effects on soil attributes for plant growth and crop production. More recently, organic matter has become important as a terrestrial sink and store for C and N. We have attempted to derive a monetary value of soil organic matter for crop production and storage functions in three contrasting New Zealand soil orders (Gley, Melanic, and Granular Soils). Soil chemical and physical characteristics of real-life examples of three pairs of matched soils with low organic matter contents (after long-term continuous cropping for vegetables or maize) or high organic matter content (continuous pasture) were used as input data for a pasture (grass-clover) production model. The differences in pasture dry matter yields (non-irrigated) were calculated for three climate scenarios (wet, dry, and average years) and the yields converted to an equivalent weight and financial value of milk solids. We also estimated the hypothetical value of the C and N sequestered during the recovery phase of the low organic matter content soils assuming trading with C and N credits. For all three soil orders, and for the three climate scenarios, pasture dry matter yields were decreased in the soils with lower organic matter contents. The extra organic matter in the high C soils was estimated to be worth NZ\$27 to NZ\$150 ha⁻¹ yr⁻¹ in terms of increased milk solids production. The decreased yields from the previously cropped soils were predicted to persist for 36 to 125 yr, but with declining effect as organic matter gradually recovered, giving an accumulated loss in pastoral production worth around NZ\$518 to NZ\$1239 ha⁻¹. This was 42 to 73 times lower than the hypothetical value of the organic matter as a sequestering agent for C and N, which varied between NZ\$22 963 to NZ\$90 849 depending on the soil, region, discount rates, and values used for carbon and nitrogen credits.

植物の生育や作物の生産にとって土壤有機物は一般的に有益な効果を持っているため、土壤有機物の保全や回復がしばしば叫ばれる。より最近では、土壤有機物は陸上における炭素や窒素の貯蔵庫として重要であることが見直されてきた。私たちはニュージーランドの非常に特徴的な 3 種類の土壤（グライ土、黒色土、および砂質土）において、土壤が持つ作物生産や有機物貯蔵機能を金銭的に評価してみようと試みた。3 種類の土壤において有機物の多い土壤（永年牧草を栽培してきた土）と有機物の少ない土壤（野菜やとうもろ

こしを永年栽培してきた土壌)の対を想定し、これらにおけるイネ科草本とクローバー混播草地における生産性を計算した。非灌漑における牧草の乾物生産を3種類のシナリオ(多雨年、少雨年、通常年)について計算し、その牧草収量から導かれる牛乳固形分の重量と経済的価値を計算した。私たちはさらに有機物含量の低い土壌を回復させる際に土壌中に固定される炭素と窒素の量を仮定的に推定し、炭素と窒素のクレジットを商業的に評価した。3種類の土壌の全てにおいて、また3種類の水分状態の全てにおいて、牧草の乾物生産量は有機物含量の低い土壌で低下した。有機物含量の高い土壌における有機物含量が多いことの値打ちは、1年間に1ヘクタール当たり27~150NZ\$に相当した。以前に畑作生産をしていて有機物が減少したことによる収量の低下は36年から125年続くが、土壌有機物含量が回復するに伴ってその減少程度は少なくなっていくことにより、累計的な牧草生産量の減少は1ヘクタール当たり518~1239NZ\$に相当した。この値は土壌有機物が炭素および窒素を固定する役割を金銭的に評価した額22963~90849NZ\$と比べて、42~73倍低かった。この評価額は土壌の種類、地域、ディスカウント率、炭素および窒素のクレジットに対して適用した評価額の違いによって変化した。

集約農業のもとでは土壌有機物は急速に消耗する。

要因

耕うんによる有機物分解の促進

侵食による損失

作物の圃場外持ち出しによる有機物還元量の減少

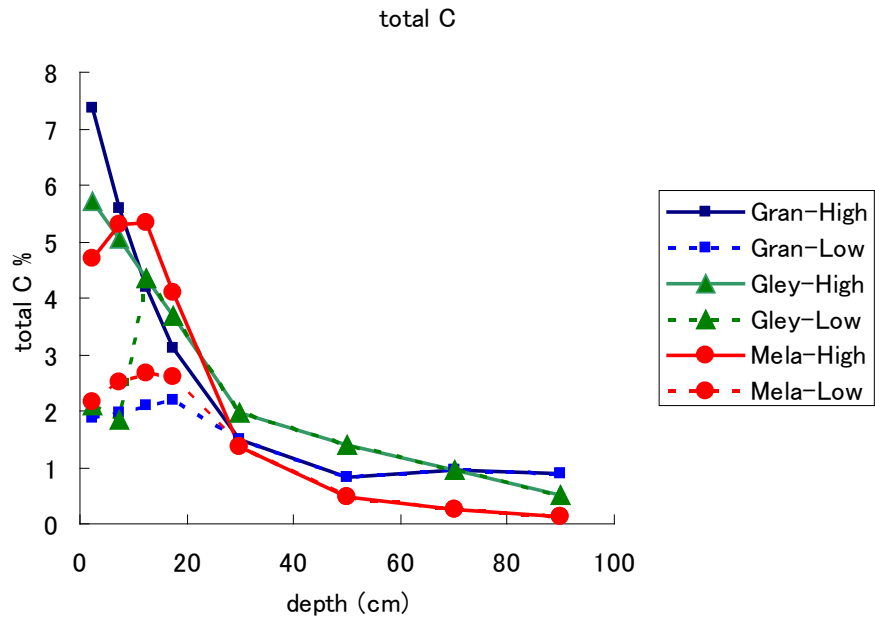
植物生育への土壌有機物の貢献

- ・ 水分の保持と供給
- ・ 陽イオン保持能
- ・ 養分の保持能
- ・ pH変化に対する緩衝能
- ・ キレート形成能
- ・ 団粒形成
- ・ 生物活動の支持
- ・ 生物の多様性への貢献

土壌有機物の環境への貢献

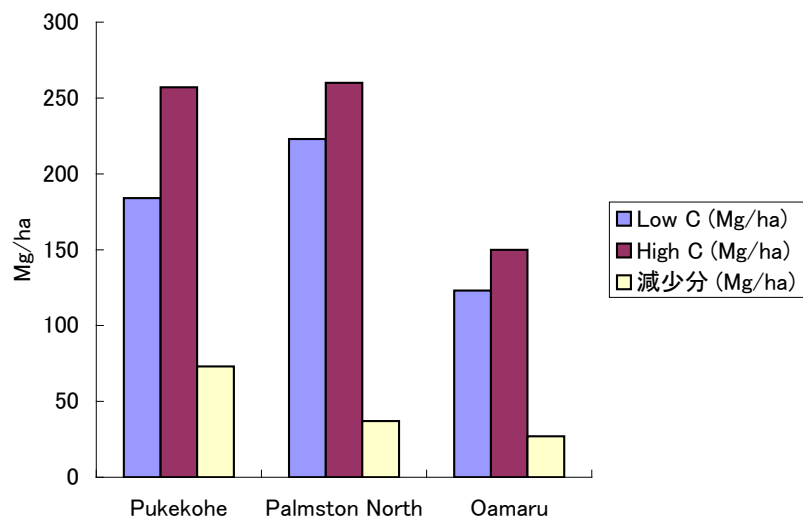
CとNのSequestration(隔離)効果

- ・ CO₂の隔離効果
- 地球温暖化の抑制
- ・ 窒素の隔離効果
- 地下水・河川・湖沼の硝酸塩汚染の抑制



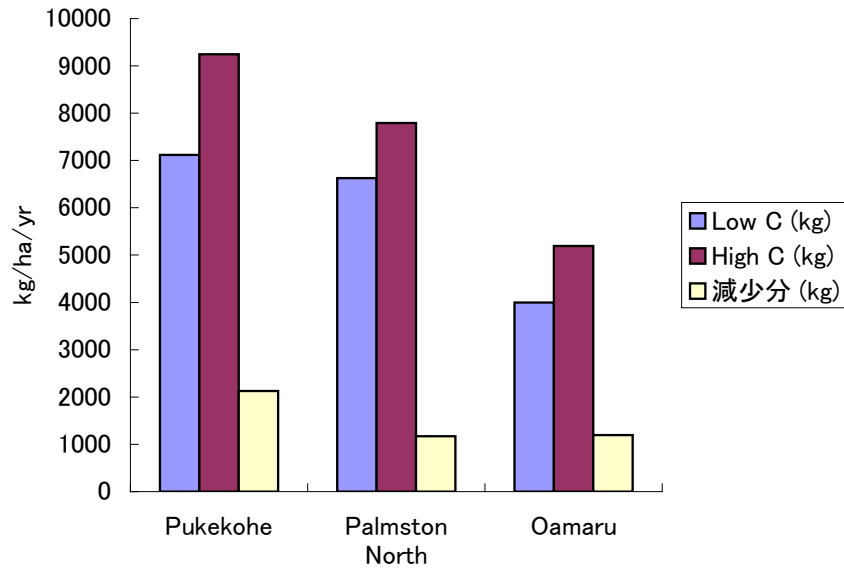
地表面から1m以内に蓄えられた炭素の量
(Mg/ha)

| | Low C (Mg/ha) | High C (Mg/ha) | 減少分 (Mg/ha) | 回復期間 (年) | 炭素回復 の対価下 限(NZ\$) | 炭素回復の 対価上限 (NZ\$) |
|----------------|------------------|-------------------|----------------|-------------|-------------------------|-------------------------|
| Pukekohe | 184 | 257 | 73 | 36 | 5678 | 16001 |
| Palmston North | 223 | 260 | 37 | 90 | 4534 | 12839 |
| Oamaru | 123 | 150 | 27 | 125 | 3665 | 10536 |



平均年における牧草減少と乳生産収益への影響
牧草収量 (kg乾重/ha/yr)

| | Low C (kg) | High C (kg) | 減少分 (kg) | 乳固形分の 減少(kg) | NZドル換 算(NZ\$) | 回復期間 (年) | 累積的な収 益損失 (NZ\$) |
|----------------|---------------|----------------|-------------|-----------------|------------------|-------------|------------------------|
| Pukekohe | 7119 | 9246 | 2127 | 30.6 | 96.2 | 36 | 1239 |
| Palmston North | 6625 | 7794 | 1169 | 16.8 | 52.9 | 90 | 1092 |
| Oamaru | 4000 | 5196 | 1196 | 17.2 | 54.1 | 125 | 1237 |



土壤有機物の経済的価値のまとめ

(NZ\$/ha)

| | 乳生産の減 少による損益 | 炭素回復の対価 (環境への貢献) 下限 | 炭素回復の対価 (環境への貢献) 上限 | 窒素回復の対価 (環境への貢献) | 正味の対価 (下限) | 正味の対価 (上限) |
|----------------|-----------------|---------------------------|---------------------------|---------------------|---------------|---------------|
| Pukekohe | 1239 | 5600 | 16000 | 74800 | 81639 | 92039 |
| Palmston North | 1092 | 4500 | 12800 | 59600 | 65192 | 73492 |
| Oamaru | 1237 | 3600 | 10500 | 48300 | 53137 | 60037 |

土壤有機物の経済的価値のまとめ: 日本円に換算すると (1 NZ\$ = 70 円)

(万円/ha)

| | 乳生産の減 少による損益 | 炭素回復の対価 (環境への貢献) 下限 | 炭素回復の対価 (環境への貢献) 上限 | 窒素回復の対価 (環境への貢献) | 正味の対価 (下限) | 正味の対価 (上限) |
|----------------|-----------------|---------------------------|---------------------------|---------------------|---------------|---------------|
| Pukekohe | 8.7 | 39.2 | 112 | 523.6 | 571.5 | 644.3 |
| Palmston North | 7.6 | 31.5 | 89.6 | 417.2 | 456.3 | 514.4 |
| Oamaru | 8.7 | 25.2 | 73.5 | 338.1 | 372.0 | 420.3 |