

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 6 月 13 日現在

機関番号：32658

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21580313

研究課題名（和文） 土壌有機物の分子構造解析を導入した保全耕うん圃場の炭素隔離機能の解明

研究課題名（英文） Analysis of the carbon sequestration function of the upland under the conservation tillage cultivation that introduced molecular structure analysis of the soil organic matter.

研究代表者

田島 淳（TAJIMA KIYOSHI）

東京農業大学・地域環境科学部・准教授

研究者番号：30188239

研究成果の概要（和文）：保全耕うんでは団粒構造の形成が地表付近ほど顕著で、大きい団粒ほど有機物含量は低かった。反射型 FTIR 分析装置で土壌中の有機物構造の変化を追跡できた。アロマティック基の吸収スペクトルとの比で、アミド基とアリファティック基の分解を追跡した結果、2 つの基の分解の差が大きかったのは保全耕うんで、表層部分の深さ方向変化が顕著であったのは普通畑、ロータリ耕うんで、地表に近いほど分解が早かった。土壌有機物分子構造による炭素隔離機能の評価については、今後の検討課題とした。

研究成果の概要（英文）：The formation of soil aggregates was remarkable for the farmland under conservation tillage, compared to that under rotary tillage. For conservation tillage, the organic matter (OM) content in soil aggregated was found more in larger aggregated than in smaller ones. Our study showed that the change of functional groups in soil organic matter can be monitored easily by using a reflection type FTIR analyzer. A ratio of aromatic to aliphatic (Ar/Al) functional group determined by FTIR sensitively reflected the change of decomposition of OM more than a ratio of aromatic to amide (Ar/Am) functional group. The soil under conservation tillage had a greater value of Ar/Al than rotary tillage. The greatest Ar/Al value in the surface soil was found under conservation tillage, followed conventional cultivation and rotary tillage (control). Further study is needed to investigate the mechanistic relationship between soil OM functional groups and soil carbon sequestration.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
総計	2,400,000	720,000	3,120,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農業工学，農業環境工学

キーワード：炭素隔離，団粒構造，生物多様性，保全耕うん，局所耕うん栽培，FTIR-ATR，有機物分解特性，分子構造

## 1. 研究開始当初の背景

生物多様性を維持した保全耕うんによる栽培体系は、地球温暖化抑制に有用な炭素隔離機能を有することが注目されつつある。保全耕うん圃場の土壤炭素量の増加は、物理的に安定した微小団粒 (< 250  $\mu\text{m}$ ) を発達させることに起因するとされる (Denef2004)。また、圃場の生物多様性を維持することが土壤有機物の構造を複雑化させ、それによって有機物分解を遅延させるという報告もある (Sleutel2007)。しかし、保全耕うんの炭素隔離機能を、より正確に定量・定性的に評価するためには、有機物の分解速度に最も関係している分子構造特性 (官能基種類とその配分) を知ることが重要であるが先行研究がない。

## 2. 研究の目的

本研究では、保全耕うんおよび生物多様性を維持した栽培体系 (雑草を利用したりビングマルチ栽培) における土壤中の分解過程にある有機物の構造に着目し、炭素隔離機能と生物多様性の関係性を解明することを目的とした。具体的には次の3点である。

- (1) 耕うん・栽培体系の違いが有機物の分子・構造形態に与える影響について明らかにする。
- (2) それによって土壤の微小団粒の形成と安定性、有機物の分解速度に与える影響について明らかにする。
- (3) 有機物の炭素隔離機能と圃場・土壤の生物多様性との関係について明らかにする。

## 3. 研究の方法

資料は、現在まで9年間継続して保全耕うん法を試験している圃場、雨よけ付き草生栽培果樹園、茶園、普通畑 (何れも東農大厚木農場内) から採取した。測定項目は、土壤内有機物量 (強熱減量)、団粒分析、有機物分子構造解析 (FTIR)、C/N比、通気性、pH、EC、水溶性金属濃度とした。また、100 採土管を用いて不攪乱で採取した圃場の地表土壤は、深さ方向で 1cm ごとに裁断し解析を行った。さらに、有機物の分解過程の評価基準を行うための指標とするために、別途著者らが研究を行っている落ち葉処理槽 (循環槽) から採取した試料の有機物分子構造解析、C/N比を測定した。その結果から、炭素濃度の分布が耕うん体系と関係しているのかを推定した。

## 4. 研究成果

### (1) 2009 年度成果

初年度の 2009 年度は、耕うん・栽培体系の違いが団粒構造の形成、有機物含量に与える影響について調べた。また、FTIR による有機物構造の解析を試みたが、土粒子による遮蔽

により、圃場の土壤については、透過式の FTIR では、分析が困難であることがわかった。

2007 年から栽培を繰り返し行ってきた、ロータリ耕うん栽培区と局所耕うん栽培区の測定結果を以下に示した。圃場表層 5cm における 1cm ごとの団粒分析の結果では、局所耕うん区では表層で粒径が大きかったのに対し、ロータリ耕うん区では下層部で粒径が大きい傾向があった (図 1)。また、有機物含量はロータリ耕うん区では深さに関係なく一定値であったのに対し、局所耕うん区では表層が高く、下層ほど低い値となった (図 2)。pH については、局所耕うん区において、ロータリ耕うん区より高い傾向が、EC については、局所耕うん区で、表面に対し下層が低い傾向になった (図 3, 図 4)。局所耕うん区における水溶性金属の濃度は、下層にいくなされて顕著に減少する傾向が見られた (図 5)。以上のことから、局所耕うん区とロータリ耕うん区には表層から下層にかけて明らかな差異が認められ、圃場における、有機物含量および質的 (腐植の分子構造) な違いが生じ、またその違いが成分の違いを生む要因になっているものと考えられた。

循環槽のサンプルを用いた FTIR の解析では、既往の研究を参考に、吸収スペクトルの比、アロマトニック/アミド、アロマトニック/アリファティックに注目して解析を行った結果、後者が植物体由来の有機物の分解、腐植化の進行をより正確に追跡できる可能性があることが確認された (図 6)。

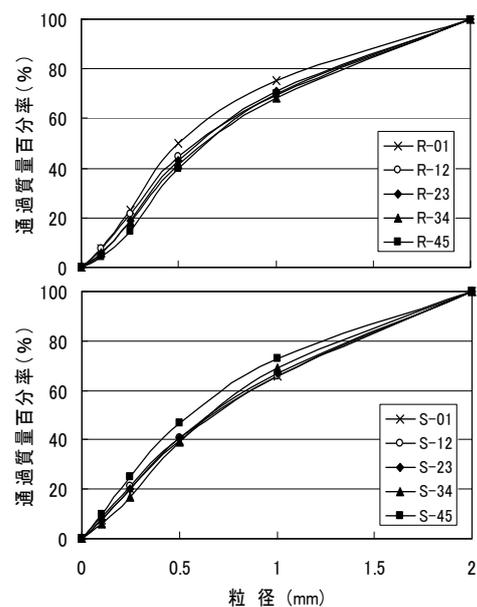


図 1 表層 5cm の団粒分析結果

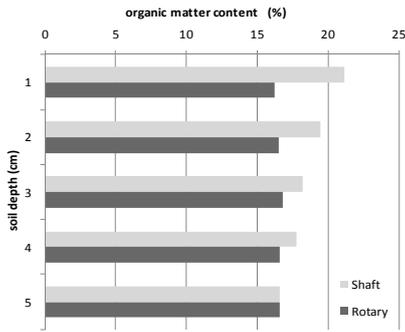


図2 表層 5cm 土壌の有機物含量

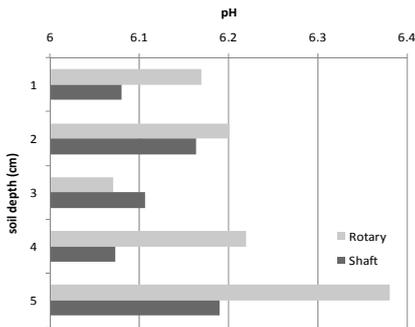


図3 表層 5cm 土壌の pH

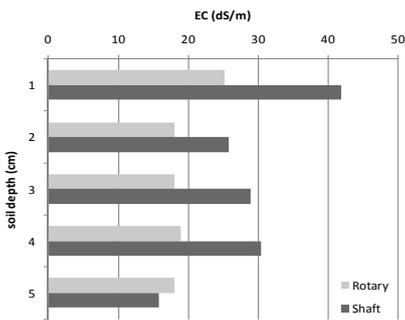


図4 表層 5cm 土壌の EC

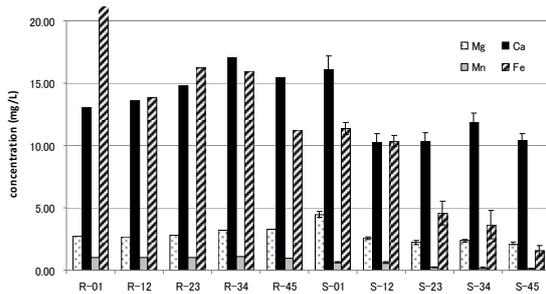


図5 表層 5cm の水溶性元素の濃度

(2) 2010, 2011 年度成果

FTIR 法によって評価する方法として, 脱気水を用いて有機物を抽出する方法, および反射型 FTIR (ダイヤモンド ATR) の使用を検討し, 以下の成果を得た.

脱気水(25 )に土壌資料を投入し, 試験管ミキサーで攪拌した後, 遠心分離器で土粒子を沈降させ上澄み液を採取した. さらに 40

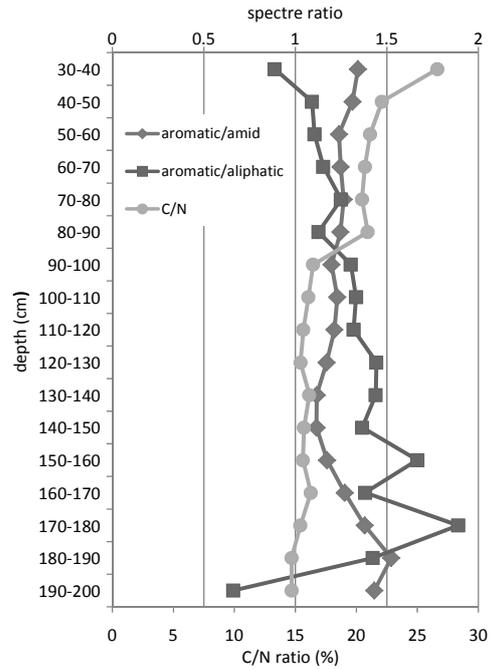


図6 循環槽資料の吸収スペクトルの比と C/N 比

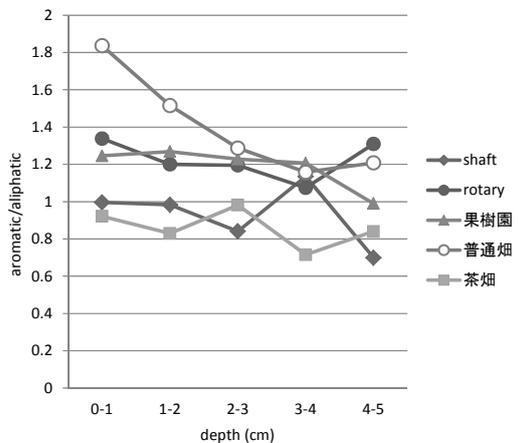
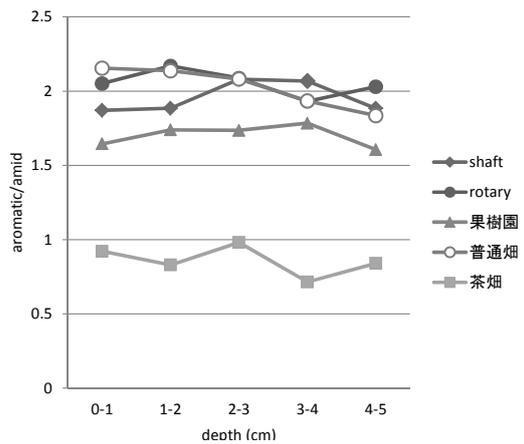


図7 圃場資料の吸収スペクトルの比  
上: aromatic/amid, 下: aromatic/aliphatic

で乾燥させ有機物の粉末とし、KBr 錠剤とする予定であったが、この粉末を直接、反射式の FTIR 分析装置( ALPHA-P ダイヤモンド ATR 付)に供試したところ、抽出液粉末と同様の結果が得られ、装置の有効性が確認された。

局所耕うん区、ロータリ耕うん区(対象区)、雨よけ栽培の果樹園、普通畑、茶園より採取した土壌の表層部分についての FTIR による有機物構造の分析結果を図 7 に、有機物含有量の結果を図 8 に示した。有機物の分解過程の指標として用いてきた、官能基の吸収スペクトルの比、アロマトニック/アミド、アロマトニック/アリファティックの値の差が最も大きかったのは、保全耕うん区で、ほぼ 2 倍の開きがあった。逆に差がほとんどなかったのが茶園であった。深さとの関係においては、アロマトニック/アミドはほとんど変化がなく、循環槽の結果においても 10 年以上経過した有機物について変化が見られている。地表付近での深さによる変化としては、有機物含有量は少なかったものの、普通畑の地表付近が最も分解が進んでいたものと考えられる。なお、ここまでの結果では、炭素隔離機能の差異までは推定できなかった。今後は団粒構造中の有機物含有量の差と併せて、炭素隔離機能評価へとつなげたい。

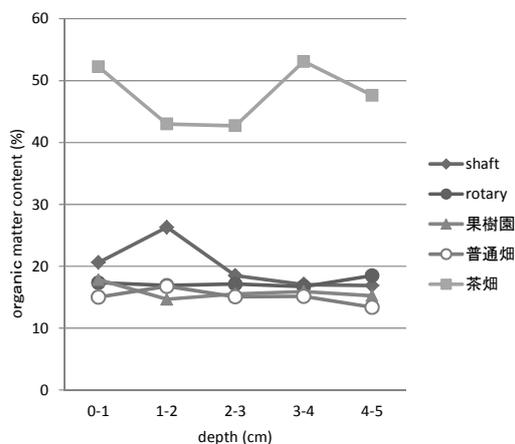


図 8 各資料の有機物含有量

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表](計 4 件)

稲吉賢人・田島 淳・加藤雅義・橋本洋平・樹野淳也(2012.3.25);局所耕うん圃場における有機物分解過程について FTIR による表層部分の有機物分子構造の解明 ;日本農作業学会平成24年度春季大会(筑波大学)

田島 淳・加藤雅義・渡邊慎太郎・橋本洋平・樹野淳也(2011.7.16);落ち葉処理槽(循環槽)中の有機物分子構造特性による分解

過程の評価(続報);日本農作業学会平成 23 年度春季大会(京都大学)

田島 淳・加藤雅義・安岡寿々恵・橋本洋平・樹野淳也(2010.5.15);落ち葉処理槽(循環槽)中の有機物分子構造特性による分解過程の評価;日本農作業学会平成 22 年度春季大会(東京農業大学)

田島 淳・加藤雅義・橋本洋平・樹野淳也(2010.5.15);局所耕うん栽培圃場の土壌団粒構造と有機物特性;日本農作業学会平成 22 年度春季大会(東京農業大学)

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

田島 淳(TAJIMA KIYOSHI)  
東京農業大学・地域環境科学部・准教授  
研究者番号:30188239

### (2)研究分担者

橋本 洋平(HASHIMOTO YOHEI)  
三重大学・大学院生物資源学研究所・准教授  
研究者番号:80436899  
樹野 淳也(TATSUNO JYUNYA)  
近畿大学・工学部・准教授  
研究者番号:40297594  
加藤 雅義(KATO MASAYOSHI)  
東京農業大学・農学部・准教授  
研究者番号:20078223

### (3)連携研究者

( )

研究者番号: