

# 不耕起栽培サトウキビ畑における物質収支に関する研究

Nutrient balance of no-till and conventional tillage sugar cane fields

朝田 景\*、西村 拓\*、加藤 誠\*、干川 明\*\*

Taku Nishimura, Kei Asada, Akira Hoshikawa, and Makoto Kato

## はじめに

亜熱帯島嶼では、大きな降雨強度等の自然要因に加えて農地の造成等の人為的攪乱が、土壌侵食を深刻化させ、海の生態系の破壊や畑の生産力低下を起している。現在も依然として土壌は流出し続けているが、法的規制等の効果により主な土壌流出源は土木事業から既存農地へ移行した。農地からの土壌流亡対策として効果的であるのは、表面流去水を減らすと共に流去水中に土粒子を流さないようにすることである。近年、耕土のかく乱を抑え、植物残渣を地表に残す不耕起栽培の土壌流出対策としての可能性に注目し、研究が進められている。

既往の研究では土壌侵食の軽減と収量の変動に関するものが多く、不耕起化が物質循環に及ぼす影響といった基礎的な研究は少ない。そこで本研究では、不耕起 - 耕起の違いが土壌の物理化学性や土壌養分の保持溶脱に与える影響について明らかにすることを目的とした。

## 調査地

石垣島南部バナナ岳(231m)のふもとに位置する干川農場を調査対象地とした。1987年から1997年まで圃場全面でサトウキビの耕起栽培、1997年から2002年まで一部を雑草区として放置、その一部で2002年から不耕起栽培を開始という履歴の圃場である。土壌は粘土質の島尻マーヅで深さ50cm程度から部分的に岩盤が出現する。pHが高いと共に粘着力が強く、耕起碎土が困難であるとともに、乾燥すると固結し、亀裂が発生する。主要粘土鉱物はカオリナイト、非膨潤性イライトなどである。

## 方法

2002年12月、石垣島干川農場の耕起区 - 不耕起区の境界において幅1m×長さ5m×深さ0.7mのトレンチを掘削し、両耕区側に断面を作製した(以下各CT、NT)。土壌調査ならびに0-10cm、15-25cm、35-45cm、45-55cmの4層から物理化学性分析のための攪乱試料と不かく乱試料を採取した。土壌調査

では断面の観察とともに土壌硬度の測定を行った。また地表面で負圧浸入計法による透水係数の測定を行った。

土壌深さ15-25cm、35-45cm、45-55cmの地点に熱電対とECOHセンサーを埋設し、土壌温度と土壌水分量のモニタリングを行った。また土壌中の物質動態を把握するため、上下をナイロンメッシュで上下をふさいだ内径7.8cm、高さ2cmの塩化ビニール管に、陽イオン及び陰イオン交換樹脂を混合して詰めたイオン吸着カラムを作製し、土壌深さ20cm、40cm、50cmに埋設した。反復数は各深さ5~8個である。イオン吸着カラムを2002年12月から2003年9月まで約10ヶ月間放置した。

2003年9月、再び同じ地点にトレンチを掘削し、土壌調査を行った。また各区でサトウキビの収量調査・根圏分布調査を行った。また、土壌中に埋設した樹脂カラムを回収して、調査期間中の鉛直方向への無機イオンの移動量(養分フラックス)を測定した。

## 結果と考察

### 1. 不耕起栽培が土壌の物理性に与える影響

Fig.1に示したように、NTでは土壌深さ20cm以深において土壌緻密度の緩和が生じていた。また、その深さ付近においては、空隙率の増加が起っていたため、通気性の改善が考えられた。また負圧浸入計の測定結果では、NT、CTの飽和透水係数( $k_s$ )はそれぞれ $5.14 \times 10^{-4}$ 、 $4.11 \times 10^{-4}$  cm/secと大差なか

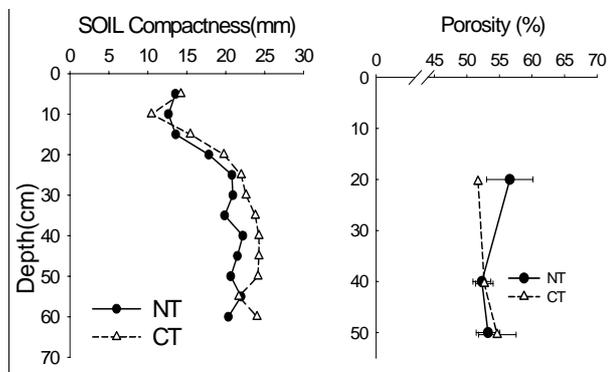


Fig.1 左:土壌硬度(mm) 右:空隙率(%)

\*東京農工大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology

\*\* 国際農林業研究センター沖縄支所 JIRCAS Okinawa Subtropical Station

キーワード:不耕起栽培、慣行耕起、物質収支、島尻マーヅ

ったが、 $-5\text{cmH}_2\text{O}$  の負圧状態では NT, CT の飽和透水係数がそれぞれ  $1.74 \times 10^{-5}$ 、 $7.66 \times 10^{-5} \text{ cm/sec}$  と CT の方が明らかに大きな値を示した。この違いは、亀裂の寄与の違いによるものであると考えられる。また、別途行った単円筒湛水浸潤試験の結果(畑地裸地:  $5.6 \sim 11.1 \times 10^{-4}$ 、採草地:  $4.2 \sim 5.6 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$  と比較すると負圧浸入計の結果( $k_s$ )の方が一桁位小さな値であった。

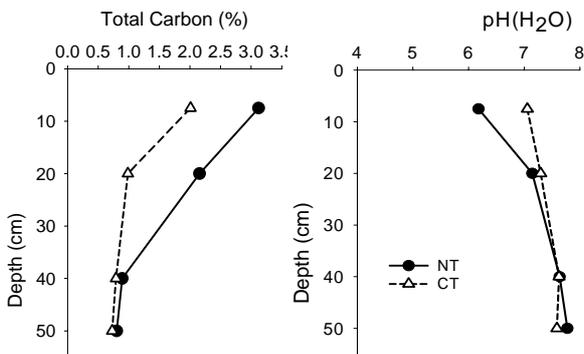


Fig.2 左:全炭素含量(%) 右:pH(H<sub>2</sub>O)

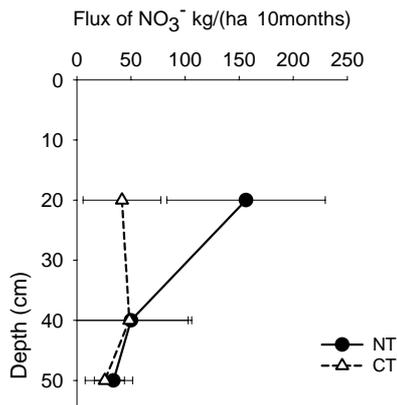


Fig.3 不耕起区 - 耕起区における硝酸態窒素の溶脱フラックス ( $\text{kg ha}^{-1} \cdot 10\text{months}^{-1}$ )

## 2: 不耕起栽培が土壌の化学性に与える影響

Fig.2 に示したように、NT の表層には有機物の蓄積が見られた。また pH の低下がみられたが、これは腐植物質由来の変異荷電が増加したためと考えられる。NT の表層では有機物を求めた微生物が表層に集中し、以前雑草区であった時に CN 比の低い雑草等の有機物が投入されたことなどが有機物の無機化を促進したのではないかと考えられる。また NT の作土層では耕起しないことにより、CT で起こる有機物の無機化がおこりにくく、耕起栽培よりも土壌中に養分が蓄積されやすいと考えられる。

## 3: 不耕起栽培が作物に与える影響

根圏調査結果より NT において根圏分布の深さ方向への著しい拡大が見られた。また地上部の乾燥重量も高かった。土壌硬度、化学性の分析結果から NT は CT よりも根が伸張しやすい環境であったと推察される。不耕起栽培によって保存された亀裂が、これらの根の伸張を促し、亀裂に沿ってまた孔隙が新たに生成されるような形で、根の伸張と土壌中の固相率の低下、気相率の増加が互いに助長しあいながら起こっていったものと考えられる。

## 4: 不耕起栽培が畑地土壌の養分保持に与える影響

溶脱フラックス(物質の移動量)の測定は様々な要因によって影響を受けるためその傾向は各物質によって異なった。傾向として、Fig.3 に示したように不耕起圃場表層において溶脱フラックスが多く下層で減少した。CT ではそのような傾向は見られなかった。通常、NT のように表層における有機物量が多ければ、その分下層への溶脱量が多いと考える。NT では土壌深さが深くなるにつれて、溶脱量が減少していくのに対し、CT ではそのような傾向はなかった。

NT では根圏分布の拡大によって作物が利用できる養分量が増え、下層への溶脱量を低下させたと考えられた。一方、CT では深さ約 20cm までしか根の伸張が見られず、根による吸収と見なせる割合も低く、NT のような下層への溶脱量の減少は見られなかった。また、微生物による無機化促進、脱窒などが溶脱量に影響を与えている可能性も考えられる。

今回の結果では、不耕起圃場において慣行耕起よりも作物の生長に適すると考えられる土壌特性傾向がいくつか見られた。このような傾向が短期間だけのものであるかそれとも長期間にわたって見られるものであるかという点は持続的な営農にとっては重要であり、今後も継続的な調査が重要と考えられる。

## 謝辞

本研究の一部はトヨタ財団の補助 (H14 ~ 16、代表者 干川 明) を受けて行われました。現場調査では、東京農工大農学部土地利用学研究室の学生諸氏の協力をいただきました。また、東京農工大 FS センター、JIRCAS 沖縄支所には設備、装置の使用について便宜をはかっていただきました。ここに記して感謝いたします。

## 参考文献

島田輝男他：テラローシャ土壌における不耕起栽培が作物の根系分布と土壌の理化学性に及ぼす変化、土壌の物理性、82, pp.55 ~ 65(1999)