

ライ麦をカバークロープとして使用した環境再生農法を試す（2024年度）

2024年10月1日

環境を考える相模原の会 田淵、山本

1. 概要

近年、気候危機は深刻さを増しており対策は急務となっている。農業部門の温室効果ガスの排出削減も重要であり、パタゴニアが提唱しているリジェネラティブオーガニック農法*1などの不耕起栽培について各地で取り組みが行われている。不耕起栽培の特徴の一つとして土中へ炭素を貯める効果があり研究が行われている*2。土中への炭素貯留効果は気候変動対策としても注目されているため、今回我々が取り組むきっかけとなった。さらに不耕起栽培は土中の団粒構造を作ることなど他のメリットもあり、持続可能な農業として関心が高まっている*1。

そこで当会は不耕起栽培による環境再生農法の効果を測るためにデータを取得することにした。実験条件などを自由学園*3から多くのアドバイスをいただいた。取得したデータは、相模原地域において自然農法などを実践する自作人の方々へ伝え環境再生農法への関心を高めたい。

今回ライ麦をカバークロープとした不耕起栽培を行い、収穫量および作業時間（草取り、播種、収穫など）を計測した。その結果、つるなしインゲンは順調に成長したが、収穫時期が遅れたため収穫量の正確なデータは得られなかった。作業時間については耕起エリアは雑草の除草に時間がかかったが、不耕起エリアではライ麦が土を覆ったため雑草が抑えられ、不耕起エリアの累積作業時間は耕起エリアのものより29%少なかった。

今後は、不耕起栽培による環境再生農法を行った場合の土中への炭素貯留効果を計測したい。そのため、今回はスタート時の測定として、をみんな大地*4に相談を行い土壌分析を行った。

2. プロジェクトの目的

- ・ライ麦をカバークロープとした不耕起栽培で環境再生農法を実証する
- ・雑草取りなどの手間がそれほど増えず、収量はそれほど減らず、作物を栽培でき、気候変動対策にもなる、生物多様性の確保にもなることを、実証し、自作人の方の関心を高める。

3. 測定条件

3.1 実施場所

住所：〒252-0117 神奈川県相模原市緑区中沢969あたり



図1.地図



図2.現地の写真

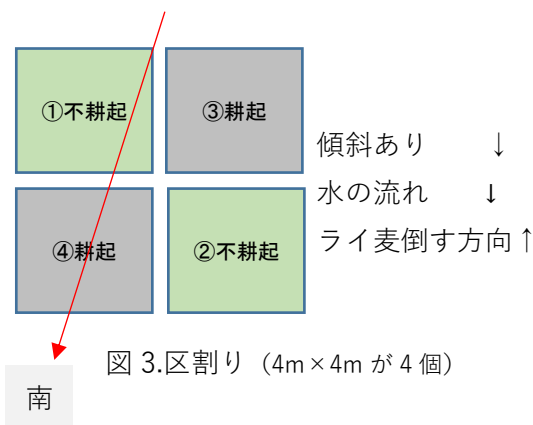


図3.区割り（4m×4mが4個）

土地の履歴：数年間有機農業を行っていた

3.2 区割り：不耕起エリア①②合計 32m²、耕起エリア③④合計 32m²

3.3 栽培品種：

3.3.1 栽培品種の選定検討

以下 A-E の条件で選定した。

A:5-6 月に撒ける

B:収量が重さで測れる

C:小動物に食べられない

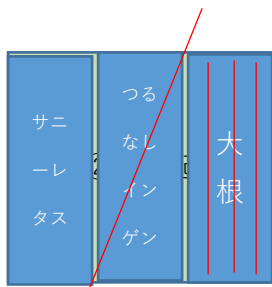
D:肥料なしで育たないものではない

E:つるあり作物など用の棚が不要である



3.3.2 播種条件

つるなしインゲン、大根、サニーレタスを図 3. ①②③④の各エリアの 1/3 ずつ撒く
例えば 1 エリア (4m×4m) の様子は以下のとおりである。



南 図 4

- ・大根 14 か所ずつ 3 列 (赤線) × 2 エリア → 84 か所
- ・つるなしインゲン、サニーレタス 同上
- ・畔間 (列間) 50cm (サニーレタスは 30cm)、株間 30cm
- ・大根三角 3 箇所 1 粒ずつ深さ 1.5-2.0cm、手で鎮圧
- ・インゲン 1 箇所 3 粒ずつ深さ 1.5-2.0cm、手で鎮圧
- ・サニーレタス 2-6 粒ずつ深さ 1.5-2.0cm、手で鎮圧
- ・大根とつるなしインゲンは発芽後、1 か所 1 株になるよう間引き

3.4 ライ麦

- ・品種：ライ太郎*5 撒く時期が遅かったため極早生を選択
- ・すじ撒き、すじ間隔は 30cm、深さ 3cm、播種密度は 1kg/アール、播種密度は自由学園と同じにした*3
- ・倒す時期：乳熟期 (タネを押しつぶして乳汁様物質が出る状態) を確認後倒した
- ・倒した時の高さは約 2m



図 5 ライ麦を倒す様子

3.5 除草、育成管理（耕起エリア、不耕起エリア共通）

- ・ 10cm 以上伸びた雑草は除去
- ・ 発芽しない場合も補う追加播種はなし
- ・ 水管理は自然降雨のみで追加の水やりはなし
- ・ 施肥なし

4. 結果

4.1 成長した割合

発芽成長し作物として定着した株数を成長した割合としカウントしたものを図6と表1に示す。

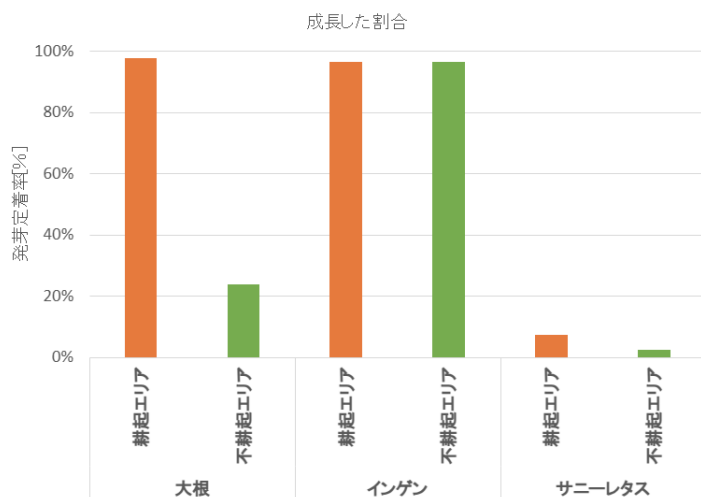


図6

耕起エリア	箇所	割合
大根	82	98%
インゲン	81	96%
サニーレタス	6	7%
不耕起エリア	箇所	割合
大根	20	24%
インゲン	81	96%
サニーレタス	2	2%

表1

大根は、耕起エリアと不耕起エリアでの成長した割合はそれぞれ 98%、24%であり、不耕起エリアではライ麦の厚さが厚かったために成長を阻害された可能性がある。

サニーレタスは、耕起エリアと不耕起エリアの成長した割合はそれぞれ 7%、2%であり、いずれも成長しなかった。

つるなしインゲンは、耕起エリアと不耕起エリアの成長した割合はそれぞれ 96%、96%と同じであり、両エリアとも同じ成長割合だったつるなしインゲンのデータで以降の分析を行った。

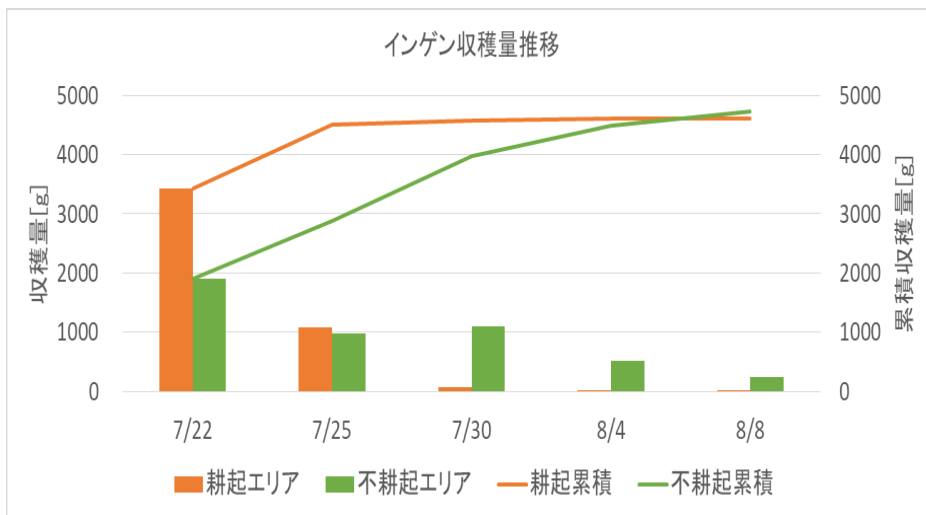
4.2 収穫量



耕起エリアと不耕起エリアの両方で成長した割合が良好だったつるなしインゲンについて、実った様子を図7に、収穫量の推移を図8にデータを表2に示す。

ちなみに、食味は、収穫時期を逃さなければ問題はなかった。

図7 つるなしインゲンが実った様子（不耕起エリア）



[g]		
収穫日	耕起エリア	不耕起 エリア
7/22	3,423	1,903
7/25	1,083	969
7/30	74	1,101
8/4	23	512
8/8	5	238
合計	4,608	4,723

図 8 つるなしインゲン収穫量の推移

表 2

耕起エリアでは7/22に一日としては最大の収穫量を得た。しかし成長し過ぎたものもあったため7/22以前から収穫すべきであった。耕起エリアでは累積4.6kg採れた。一方、不耕起エリアは累積4.7kg採れた。収穫時期を逃した影響があるがほぼ同じ収穫量であった。

収穫時期については、図8を見るとわかるように、不耕起エリアの方が耕起エリアと比べて1週間～10日ほど遅れている傾向がある。また生育状態を見ると図9のように不耕起エリアの方が葉の緑色が濃く、葉の数が密集していた。



図 9 左側が不耕起エリアのつるなしインゲン、右側が耕起エリアのつるなしインゲン (7/30)

4.3 作業時間

つるなしインゲンにおける作業時間（耕うん、播種、草取り、ライ麦播種、ライ麦倒し、収穫など）を図10に示す。

なお、図10表3の作業時間は3種類の作物（大根、つるなしインゲン、サニーレタス）合計の時間を計測した後、つるなしインゲンのみの作業時間を推測して計算したものである。推測には、除草時間は3つの作物に均等にかかるとしてそれぞれ1/3ずつとした。収穫時間はインゲンの収穫だけの時間をカウントした。作物除去（片付け）時間はサニーレタスは数株しかなかったため、大根とインゲンで均等割とし1/2とした。

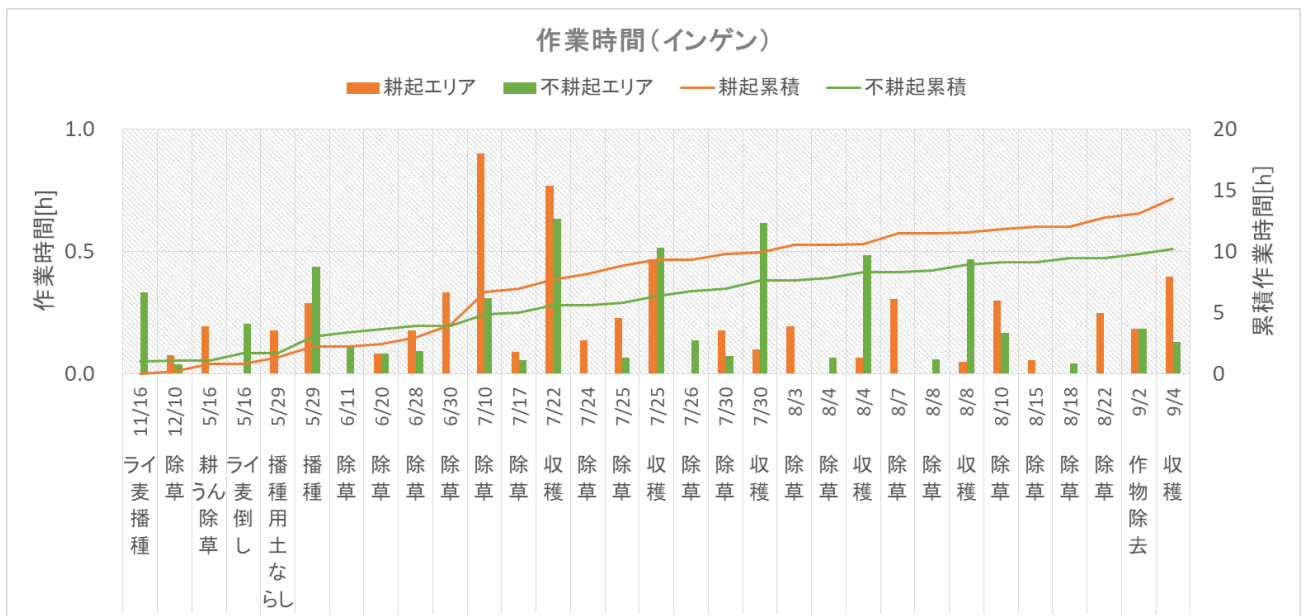


図 10 つるなしインゲンの作業時間

2023-2024 年					[h]
作業内容	作業日	耕作エリア	耕作累積	不耕作エリア	不耕作累積
ライ麦播種	11/16	0.00	0.00	0.33	1.00
除草	12/10	0.08	0.23	0.04	1.12
耕うん、除草	5/16	0.19	0.82	0.00	1.12
ライ麦倒し	5/16	0.00	0.82	0.21	1.73
播種用、土ならし	5/29	0.18	1.35	0.00	1.73
播種	5/29	0.29	2.22	0.44	3.05
除草	6/11	0.00	2.22	0.11	3.38
除草	6/20	0.08	2.47	0.08	3.63
除草	6/28	0.18	3.00	0.09	3.92
除草	6/30	0.33	4.00	0.00	3.92
除草	7/10	0.90	6.70	0.31	4.85
除草	7/17	0.09	6.97	0.06	5.02
収穫	7/22	0.77	7.73	0.63	5.65
除草	7/24	0.14	8.15	0.00	5.65
除草	7/25	0.23	8.83	0.07	5.85
収穫	7/25	0.47	9.30	0.52	6.37
除草	7/26	0.00	9.30	0.14	6.78
除草	7/30	0.18	9.83	0.07	7.00
収穫	7/30	0.10	9.93	0.62	7.62
除草	8/3	0.19	10.52	0.00	7.62
除草	8/4	0.00	10.52	0.07	7.82
収穫	8/4	0.07	10.58	0.48	8.30
除草	8/7	0.31	11.50	0.00	8.30
除草	8/8	0.00	11.50	0.06	8.48
収穫	8/8	0.05	11.55	0.47	8.95
除草	8/10	0.30	11.85	0.17	9.12
除草	8/15	0.06	12.02	0.00	9.12
除草	8/18	0.00	12.02	0.04	9.45
除草	8/22	0.25	12.77	0.00	9.45
作物除去	9/2	0.18	13.13	0.18	9.82
収穫	9/4	0.40	14.32	0.13	10.21

表 3

作業時間は、不耕起エリアは、カバークロップとしてのライ麦を撒く時間、ライ麦を倒す時間、倒したライ麦をよけながら作物の種を播種する時間がかかっている。一方、今年の猛暑の影響もあり旺盛な雑草の生育があったため、耕起エリアでは除草の時間が多くかかった。一方、不耕起エリアでは倒したライ麦が土を覆っているため雑草の生育が抑えられ、除草時間は少なかった。6/30までは耕起エリアの方が累積作業時間は少なかったが、以降不耕起エリアの方が下回った。

まとめると累積作業時間は、耕起エリアは 14.3[h] がかかったが、不耕起エリアでは 10.2[h] に抑えられ、ライ麦を使った不耕起栽培の方が作業時間を約 29% 削減できた。

4.4 土壌分析

耕起エリアと不耕起エリアで土の状態を数値化するために炭素量/窒素量/CN 比、一般生菌数/大腸菌群数/大腸菌数の分析をみんな大地に依頼した。その結果を表 5 に示す。

圃場名	検査項目	(単位)	2024/5/14
圃場 1 < 不耕起 >	全炭素	(g/Kg)	71.8
	全窒素	(g/Kg)	5.5
	C/N比	—	13.1
	一般生菌数	(1000万cfu/g)	9.9
	大腸菌群数	(1000cfu/g)	0.15
	大腸菌数	(1000cfu/g)	n.d.
圃場 2 < 耕起 >	全炭素	(g/Kg)	70.9
	全窒素	(g/Kg)	5.4
	C/N比	—	13.1
	一般生菌数	(1000万cfu/g)	7.5
	大腸菌群数	(1000cfu/g)	0.03
	大腸菌数	(1000cfu/g)	n.d.

表 5

分析を行ったみんな大地による考察を以下に示す。

考察---圃場 1、2とも土壌炭素量（全炭素）が非常に多い結果でした。最も近い農地の土壌炭素濃度(4.08%)と比較すると 1.7 倍ほどの値となります。原因は不明ですが、宅地造成の際に客土された可能性も否定できません。・窒素量、C/N 比とも、作物栽培を行う上での適正範囲にあります。・圃場 1、2の土壌炭素量、窒素量ともにほぼ一致しており、農法による違いを比較する出発点として都合の良い結果でした。・一般生菌数は、圃場 1、2とも非常に多い結果でした。土壌採取の際の触診でも良好な団粒が形成されていたため、土壌微生物の活発な働きによって、作物生産に適した土壌環境が作られていると推定できます。・大腸菌は非検出（n.d.）で、作物の菌汚染や公衆衛生上の問題は有りません。農作業を行う上でも安心です。---ここまで

今回の分析はスタートであり、今後ライ麦を使った不耕起栽培を続けることで炭素量および生菌数が増えていくのか注視したい。

5. 考察

5.1 栽培作物

つるなしインゲン は耕起エリアでも不耕起エリアでも発芽し成長する割合は両者とも 96% で良好であった。倒したライ麦の厚さは 5cm 以上にもなったにもかかわらずその隙間を縫って成長した。ライ麦を使った不耕起栽培に今回選定したつるなしインゲンは非常に適していると言える。しかし大

根とサニーレタスは成長が悪かった。大根については耕起エリアでは98%の成長割合であったにも関わらず不耕起エリアでは24%と大きな差が生じた。これは厚く敷き詰められたライ麦の隙間から成長するには大根は難しいのかもしれない。ちなみにライ麦の作付け面積あたりの播種量は自由学園の実績を採用し1a（アール）あたり1kgとした。しかし大根の栽培においては倒したライ麦の厚さが厚かったために成長が阻害された可能性があり、今後ライ麦の播種量は作物によって変化させるべきなのか検討したい。目安として、土の表面が覆われている状態であるべく薄くなるようにすることを検討している。

5.2 耕起エリアと不耕起エリアの比較：収穫量

今回、つるなしインゲンにおいて耕起エリアおよび不耕起エリアの両方とも収穫時期を逃した。そのため正確な収穫量の比較ができなかったのは反省点である。収穫が遅れると、作物が肥大化し、別の実への影響が不明なためである。次回は適切な時期に収穫を行うようにしたい。

一方、つるなしインゲンの葉の様子を見ると、耕起エリアよりも不耕起エリアの葉の色が緑色が濃く、密度も高かった。収穫時期を逃したことで収穫量のデータの信頼度が低いとはいえ、累積収穫量が両者でほぼ同じであったという結果は妥当であった可能性がある。今後これを確認したい。

5.3 耕起エリアと不耕起エリアの比較：作業時間

不耕起エリアはカバークロープとしてのライ麦を播種し倒すという手間がかかる。しかしライ麦を倒した後はライ麦が土を覆い、雑草が生えるのを防ぐ効果が見られた。そのため耕起エリアでは除草のための作業時間が多かったにもかかわらず、不耕起エリアでの除草の時間は少なく実際に楽であった。結果として累積の作業時間は不耕起エリアの方が耕起エリアと比べて約29%も減ることとなった。これは想定を上回る良い結果であり、不耕起栽培をすると作業時間が増えるのではないかと懸念が少しでもなくなればと思う。

5.4 耕起エリアと不耕起エリアの比較：温度／湿度

耕起エリアと不耕起エリアのつるなしインゲンの下の温度と湿度を測定した。想定としては真夏の猛暑の中、不耕起エリアの方が温度が抑えられかつ、土からの水分の蒸発が抑えられる、としたが、優位な差は得られなかったため今回の実験結果には掲載しなかった。今回測定に使った温度計は接触式であったため、数点しか測定できず、面で測定できればなにかわかったかもしれない。今後サーモグラフィーを使うなどの検討をしたい。湿度に関しては測定する必要があるかを検討したい。

6. 今後の予定

つるなしインゲンにおいてはライ麦を使った不耕起栽培に適していることがわかったため継続してデータを取得したい。その他の栽培種については、ライ麦を倒した際の厚さとの関係も検討し決定をしたい。2025年以降も全炭素量および一般生菌数などのデータを取得し経年変化を見たい。

<お礼>

不耕起エリアでの考え方や大根などの播種の仕方などを教えていただいた八一農園の衣川晃さんに感謝します。自由学園の鈴木康平先生にはライ麦の倒す時期や播種時期などについて、迷った時に多くのアドバイスをいただきました。感謝いたします。

<参考>

*1 リジェネラティブ・オーガニックとは パタゴニア

<https://www.patagoniaprovisions.jp/pages/regenerative-organic-agriculture>

*2 「耕さない農業」が土壌炭素を貯留し土壌微生物の多様性を高める 約20年間の調査で実証 分解促進による潜在的な脆弱性にも注目 小松崎将一ら

<https://www.ibaraki.ac.jp/news/2022/10/27011743.html>

*3 自主研究「RO農法への挑戦」活動報告：不耕起栽培の畑での枝豆収穫お手伝いと那須農場での和綿収穫と計測、ライ麦の種まき 自由学園

<https://www.jiyu.ac.jp/college/blog/sl/67953>

*4 地球環境への貢献度は土の見える化で照明できる みんな大地

<https://daichi.minden.co.jp/shindan/>

*5 ライ太郎 タキイ

<https://www.takii.co.jp/green/ryokuhi/raimugi/index.html>