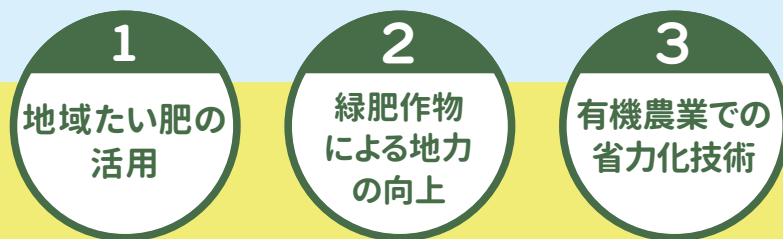


ニンジン有機栽培体系の確立及び作業の効率化の実証

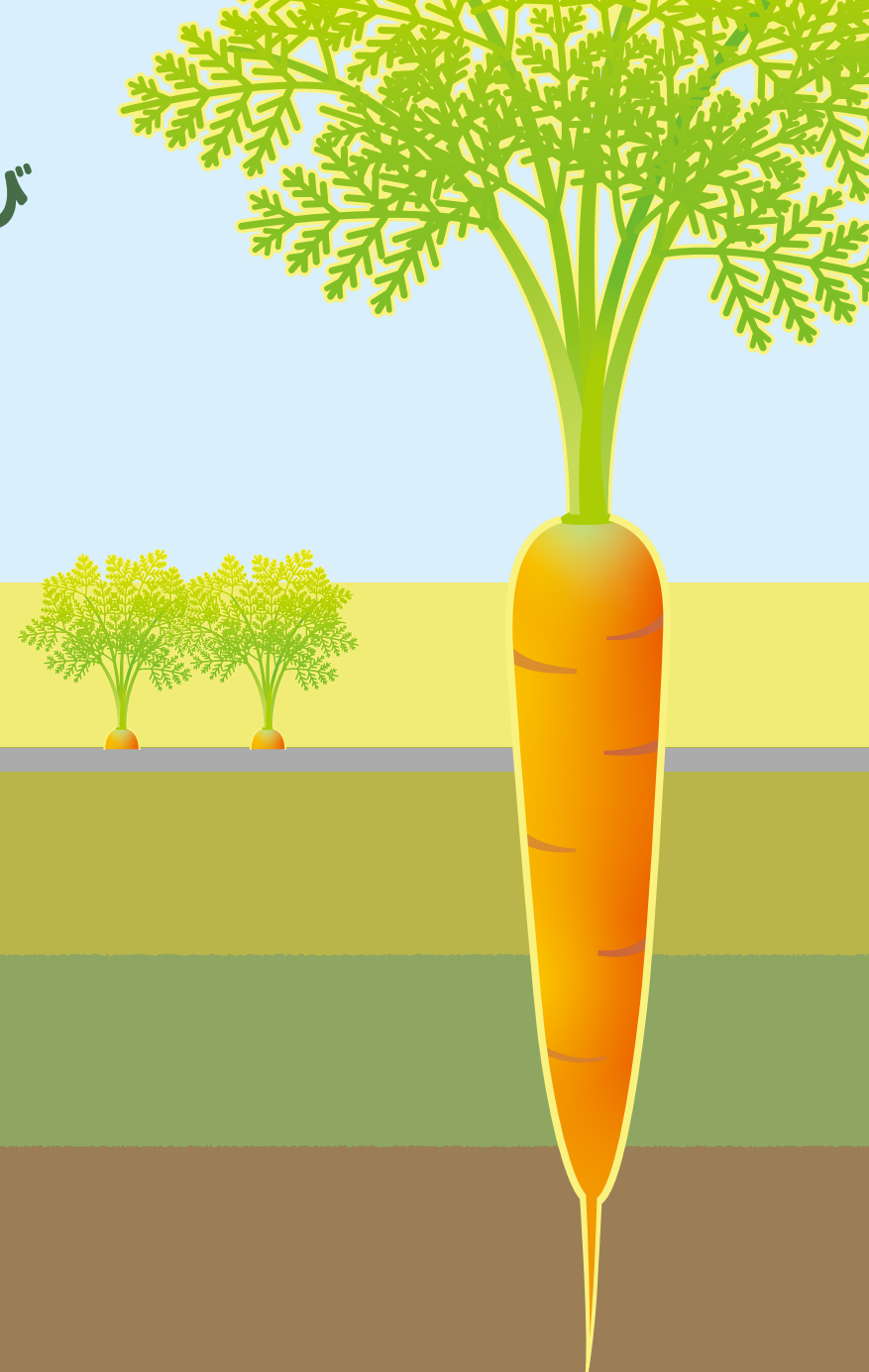
本県では、私たち有機農業者を中心に資源循環型農業に取り組んでいます。
そこで、私たちが営農する湘南・県央地区で、以下の3点を軸として実証試験を行いました。



また、私たちは新規就農者で、肥沃度の低いほ場を新規で借りて営農を始めたため、土作りが課題となっていました。1年目はたい肥や緑肥を活用した土作りを行い、土壌の変化を検証しました。2年目は、改良されたほ場でニンジンの省力栽培及び土壌分析値から地力を勘案した減肥栽培の検証を行いました。土壌、気候などの環境が異なる4ほ場で、土壌改良の経過を比較検討を行いました。

- 実証1 地域の産業廃棄物から製造されたたい肥と緑肥による土作り
- 実証2 播種機(人力)*を用いたニンジン1粒・播種*栽培
- 実証3 遮光資材を用いた、播種後の無かん水*管理
- 実証4 陽熱プラス(太陽熱養生処理)を活用した抑草効果の検証
- 実証5 土壌分析値による減肥栽培

*用語集に説明あり

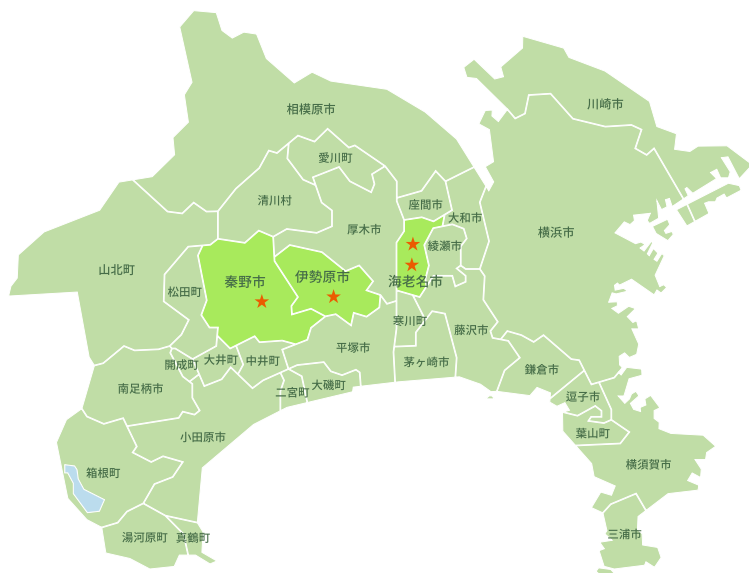


実施団体について

私たちは、有機農業を志し、神奈川県愛川町にあるNO-RA（農楽、代表：千葉 康伸氏）で研修を受け独立就農しました。土壌改良、省力化技術等を検討するため、令和4年6月にながわオーガニックコミュニティ協議会を設立し、実証事業を始めました。

【実証ほ所在地】

MaruHanaファーム	伊勢原市
てんとうむし 天道虫	秦野市
らくさい 楽菜ファーム	海老名市
し の う こう し ょ う 私農高唱	海老名市



目次

01 作業カレンダー

土作りから収穫までの流れ

02 作業1 土作り

土作り作業実績と土壌理化学性変化の検証

14 作業2 陽熱プラス（太陽熱養生処理）

地温と土壌化学性変化の検証

20 作業3 ニンジン播種

播種・管理作業と陽熱プラスによる抑草効果の検証

23 作業4 ニンジン収穫調査

生育・品質の結果検証 及び 減肥による収量比較

26 実証①～⑤のまとめ

30 用語集

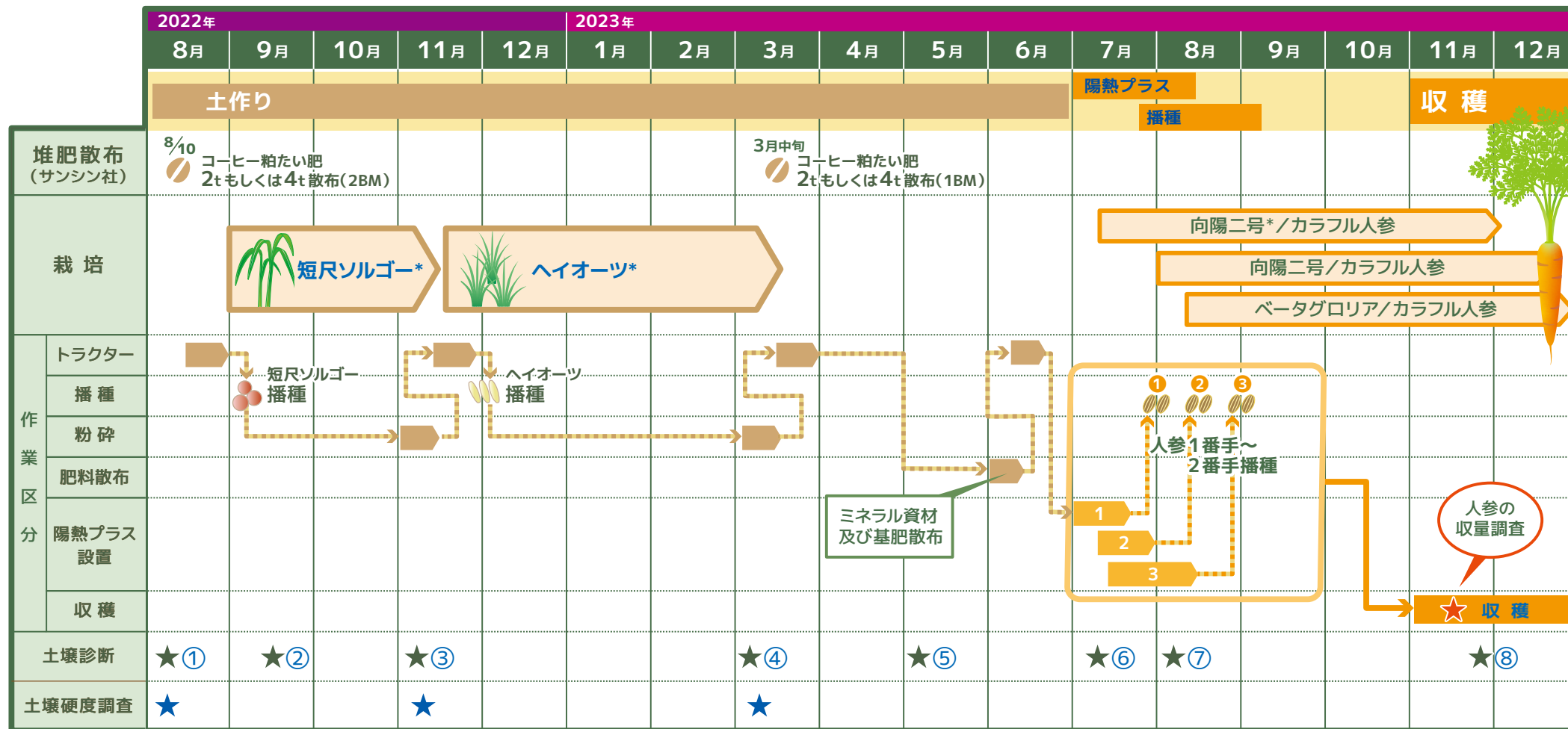
33 付録

実証期間の全土壌データ

作業カレンダー

2022年8月～2023年12月

青色の文字をクリックしていただくと、作業の詳細ページへとぶことができます。



作業 1

土作り

2022年8月～2023年5月

1-1	1年間の土作りに関する作業日誌	03
1-2	短尺ソルゴー／ハイオーツの生育状況	04
1-3	調査手法の紹介	06
1-4	土壌硬度調査	07
1-5	土作り総括	08

有機農業は、環境保全型農業のひとつで、資源循環の仕組みを取り入れ生物多様性と環境負荷低減を意識した栽培方法です。国が掲げる「みどりの食料システム戦略」において、有機農業は、資源循環により土壌へ資源の過剰投入を抑制するため、持続可能性を高める営農方法として寄与しています。

また、昨今は有機農業を志望する新規就農者が増加傾向で、借り入れたばかりの肥沃度の低いほ場の改良が重要な課題となるケースが多いです。そのため、土壌の化学性を分析により知り、必要な養分をたい肥、緑肥、有機肥料等を活用して改良していく必要があります。

この章では、こういった新規で借り入れたほ場の土壌理化学性*を調査し、改良する過程を作業や土壌理化学性の変化など多様な面からまとめました。



1-1 土作り作業日誌

●使用機械・器具

2022

土壌改良前



8/8

ほ場内草管理

1回目土壌硬度調査

1回目土壌診断

●刈払機 ●移植小手

1回目の土壌分析の結果、各ほ場で土壌養分の過不足があり、ニンジン栽培に向けて、土壌養分バランスを整えていきたい。コーヒー粕たい肥は多めに投入してもバランスが崩れることがないと思われるため、土作りの初期段階ということもあり、MaruHanaファームと天道虫は2t/10a、楽菜ファームと私農高唱は4t/10aを投入しました。

8/10

コーヒー粕たい肥散布



8/12

ほ場周辺管理

浅耕うんでたい肥すき込み

●刈払機 ●手鋸
●トラクター



8/22

緑肥播種

短尺ソルゴー

●クリーンシーダー
(播種例)
株間：8cm
条間：30cm
播種量：2kg

緑肥の生育量は、一般の短尺ソルゴーより低い結果となりました。土壌物理性や追い撒きによる播種時の遅れなどが要因と考えられました。



10/17

ほ場周辺整備

短尺ソルゴー調査

●刈払機
●手鋸 ●三角ホー

2回目の土壌分析の結果、コーヒー粕たい肥を施用してから約1カ月、可給態窒素の増加と無機態窒素の減少が、全てのほ場の傾向として観察されました。

9/16

ほ場周辺整備

2回目土壌診断

●刈払機 ●三角ホー
●移植小手



緑肥種子と播種機

2023

11/2

3回目土壌診断

緑肥粉碎・すき込み

●移植小手
●ハンマーナイフモア
●トラクター

3回目の土壌分析の結果、可給態窒素が増加する傾向のほ場がありましたが、まだ大きな変化は見られませんでした。

11/13 ~ 17

耕うん

●トラクター

緑肥播種

ヘイオーツ

●クリーンシーダー
ロール：C12
(播種例)
株間：7cm
条間：29cm
播種量：10kg



発芽状況

11/14

2回目土壌硬度調査

3/1

4回目土壌診断★④

●移植小手

4回目の土壌分析の結果、大きな変化はありませんでした。ヘイオーツの生育量は、播種期がやや遅れたため低い結果となりました。

3/7

ヘイオーツ生育調査 3回目土壌硬度調査

6/19

なたね油かす施肥

耕うん

●トラクター

6/6

ミネラル肥料施肥

耕うん

●トラクター

5回目の土壌分析の結果、ヘイオーツとコーヒー粕たい肥の有機物の無機化で無機態窒素量とともに、可給態窒素量の上昇も顕著となりました。

4/30

5回目土壌診断★⑤

●移植小手



3/16 ~ 4/5

緑肥粉碎

●ハンマーナイフモア

緑肥すき込み

コーヒー粕たい肥すき込み

●トラクター



緑肥すき込み

陽熱プラスの実証へ

1-2 短尺ソルゴーの生育状況



MaruHana ファーム



天道虫



楽菜ファーム



私農高唱

〈表1〉短尺ソルゴーの播種量及び生育量等

ほ 場	播種量 (kg/10a)	草丈 (cm)	生育量 (t/10a) (風乾物量 (kg/10a))	CN 比
MaruHanaファーム	4.0	94	2.8 (557)	41
天道虫	2.5	76	1.4 (245)	25
楽菜ファーム	10.0	108	7.7 (1165)	19
私農高唱	2.0	112	4.1 (475)	15

耕種概要 ■ 播種：2022年8月20日～23日 ■ 生育調査：10月17、18日 ■ すき込み：11月2日

MaruHanaファーム、天道虫は、土壌の無機態や可給態の窒素が少なく（露地栽培での可給態窒素の目標値5mg/100g乾土）、短尺ソルゴーの生育がやや抑制されました。また、2022年8月下旬はまとまった降雨が無く、発芽率にも影響し、より全体の生育量が少ない結果となりました。楽菜ファーム、私農高唱は、標準的な草丈1.5～2.0mには及びませんが、日照時間が短くなる秋に向けて、2カ月程度の生育期間だったので十分生育したと思われます。また、楽菜ファームは、播種量が多かったため緑肥の風乾物量が多くなりました。

〈表2〉たい肥投入前★① 2022年8月8日サンプリング 注) 表中(mg/100g)は100g乾土あたりの数値

ほ 場	EC (mS/cm)	pH (H ₂ O)	NH ₄ -N (mg/100g)	NO ₃ -N (mg/100g)	P ₂ O ₅ (mg/100g)	CaO (%)	MgO (%)	K ₂ O (%)	CEC (meq/100g)	可給態窒素 (mg/100g)	全炭素 (g/100g)	全窒素 (g/100g)	CN 比
MaruHanaファーム	0.08	6.3	0.5	1.7	20	51.3	13.1	10.6	—	2.0	2.19	0.18	12.0
天道虫	0.03	6.3	0.3	0.4	57	29.2	9.5	7.9	—	1.4	1.84	0.14	13.4
楽菜ファーム	0.09	5.4	0.6	3.5	108	31.8	2.5	3.5	—	3.9	3.95	0.31	12.6
私農高唱	0.08	6.6	0.3	2.2	148	65.9	10.2	3.4	—	3.3	4.34	0.33	13.4
基準値	<0.25	5.5～6		<4	20～50	40～50	10～15	2～4		>5	>3	>0.3	10～12

1-2 ヘイオーツの生育状況



MaruHana ファーム



天道虫



楽菜ファーム



私農高唱

〈表3〉ヘイオーツの播種量及び生育量等

ほ 場	播種量 (kg /10a)	草丈 (cm)	生育量 (t/10a) (風乾物量 (kg/10a))	CN 比
MaruHanaファーム	10.0	17	0.8 (157)	25
天道虫	10.0	21	0.8 (172)	34
楽菜ファーム	10.0	33	2.0 (256)	10
私農高唱	9.0	31	1.4 (203)	13

耕種概要 ■ 播種：2022年11月14～15日 ■ 生育調査：2023年3月7日 ■ すき込み：3月20日

短尺ソルゴーの生育が低かったMaruHanaファームと天道虫では、可給態窒素も低いので、ヘイオーツ栽培前に醗酵鶏ふんを10kg/10a施用しました。

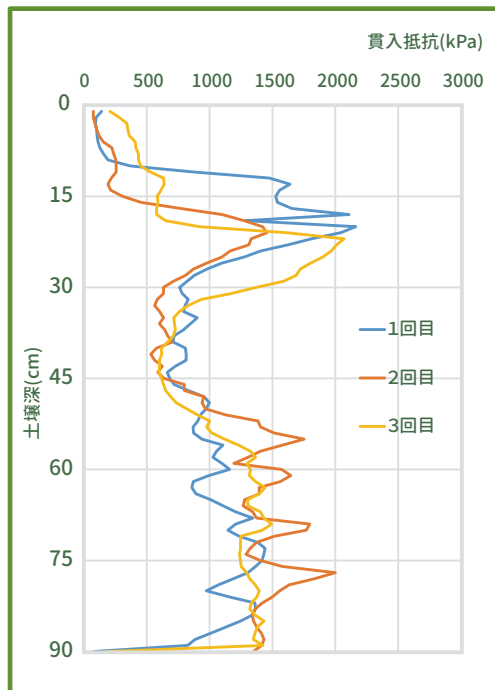
ヘイオーツは一般的に草丈80cm程度で出穂しますが、実証ほでは17～33cmでした。MaruHanaファームと天道虫では、ヘイオーツ栽培期間中も可給態窒素が目標値に達せず生育が抑制されました。また、播種適期が11月上旬までなのにに対し11月中旬と遅かったこと、越冬作での生育なので低日照や低温度となるなど生育抑制される要素が重なりました。

〈表4〉ヘイオーツ栽培中★④ 2023年3月2日サンプリング 注)表中(mg/100g)は100g乾土あたりの数値

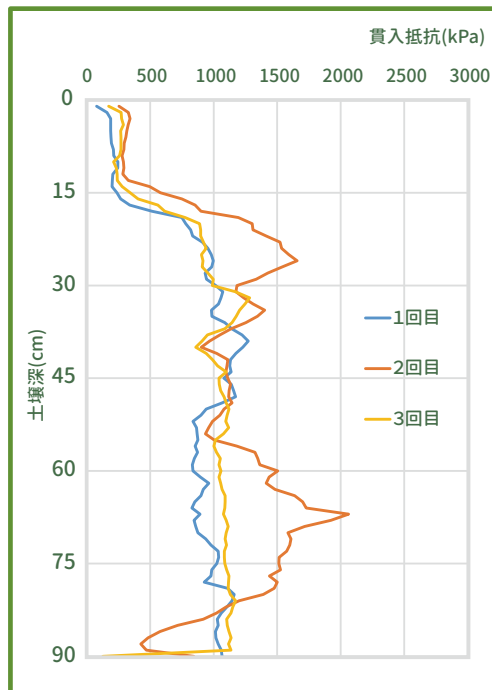
ほ 場	EC (mS/cm)	pH (H ₂ O)	NH ₄ -N (mg/100g)	NO ₃ -N (mg/100g)	P ₂ O ₅ (mg/100g)	CaO (%)	MgO (%)	K ₂ O (%)	CEC (meq/100g)	可給態窒素 (mg/100g)	全炭素 (mg/100g)	全窒素 (mg/100g)	CN 比
MaruHanaファーム	0.07	6.31	0.8	0.2	17	49.1	13.2	10.1	27.7	3.7	3.01	0.28	10.9
天道虫	0.03	6.11	0.9	0.1	43	27.6	9.3	7.3	23.9	2.2	2.21	0.18	12.3
楽菜ファーム	0.06	5.72	0.8	0.8	73	28.3	3.5	4.3	27.5	5.8	5.25	0.45	11.6
私農高唱	0.07	6.43	0.8	0.5	115	53.3	10.5	4.2	27.2	6.3	6.11	0.53	11.5
基準値	<0.25	5.5～6		<4	20～50	40～50	10～15	2～4		>5	>3	>0.3	10～12

1-4 土壌硬度調査

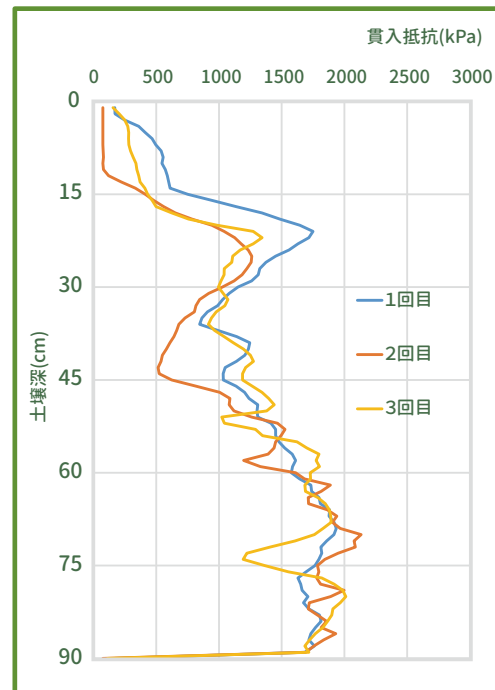
MaruHanaファーム



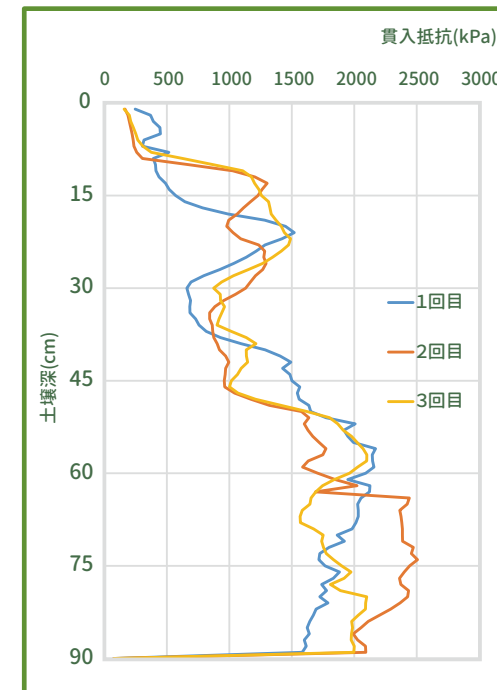
天道虫



楽菜ファーム



私農高唱



〈図1〉各ほ場の土深90cmまでの土壌硬度の変化例

土壌硬度の調査は計3回、土壌改良前と土壌改良中に随時行いました。

〈調査日〉

1回目：2022年 8月8日（試験前、コーヒー粕たい肥施用前）

2回目：2022年 11月14日（短尺ソルゴーすき込み半月後）

3回目：2023年 3月7日（ハイオーツ栽培後すき込み前）

土壌硬度は、デジタル貫入式土壌硬度計（DAIKI DIK-5532）を用いて各ほ場9地点ずつ測定しました。耕盤が低くなる、作土層が柔らかくなるなどの地点があった一方、多くの地点で耕盤*の位置や土壌の硬度などに一定の傾向が見られない地点が多い結果となりました。この理由の一つとして、作業前、耕うん直後、すき込み前など調査タイミングに統一性が無かったことが挙げられます。

1-5 土作り総括

〈表5〉コーヒー粕たい肥投入前★① 2022年8月8日サンプリング 注) (mg/100g)は100g乾土あたりの数値

ほ 場	EC (mS/cm)	pH (H ₂ O)	NH ₄ -N (mg/100g)	NO ₃ -N (mg/100g)	P ₂ O ₅ (mg/100g)	CaO (%)	MgO (%)	K ₂ O (%)	CEC (meq/100g)	可給態窒素 (mg/100g)	全炭素 (g/100g)	全窒素 (g/100g)	CN 比
MaruHanaファーム	0.08	6.3	0.5	1.7	20	51.3	13.1	10.6	—	2.0	21.9	0.18	12.0
天道虫	0.03	6.3	0.3	0.4	57	29.2	9.5	7.9	—	1.4	1.84	0.14	13.4
楽菜ファーム	0.09	5.4	0.6	3.5	108	31.8	2.5	3.5	—	3.9	3.95	0.31	12.6
私農高唱	0.08	6.6	0.3	2.2	148	65.9	10.2	3.4	—	3.3	4.34	0.33	13.4
基準値	<0.25	5.5～6		<4	20～50	40～50	10～15	2～4		>5	>3	>0.3	10～12

〈表6〉短尺ソルゴー栽培中★②★③ 2022年9月、11月サンプリング 注) (mg/100g)は100g乾土あたりの数値

ほ 場	採土時期	EC (mS/cm)	pH (H ₂ O)	NH ₄ -N (mg/100g)	NO ₃ -N (mg/100g)	P ₂ O ₅ (mg/100g)	CaO (%)	MgO (%)	K ₂ O (%)	CEC (meq/100g)	可給態窒素 (mg/100g)	全炭素 (g/100g)	全窒素 (g/100g)	CN 比
MaruHanaファーム	短尺ソルゴー栽培中(9/16)	0.05	6.1		0.3	10	51.1	13.3	9.9	—	3.0	2.81	0.25	11.2
	短尺ソルゴーすき込み直前(11/1)	0.05	6.5	1.1	0.3	12	42.6	11.3	8.2	22.8	3.3	3.01	0.29	10.6
天道虫	短尺ソルゴー栽培中(9/16)	0.02	6.1		0.5	35	46.3	15.9	8.5	—	1.9	2.17	0.17	13.0
	短尺ソルゴーすき込み直前(11/1)	0.02	6.2	1.3	0.0	38	27.7	8.5	6.3	22.5	1.5	1.99	0.16	12.5
楽菜ファーム	短尺ソルゴー栽培中(9/16)	0.04	5.8		0.1	64	30.5	3.3	3.4	—	4.7	5.55	0.48	11.7
	短尺ソルゴーすき込み直前(11/1)	0.04	5.7	1.0	0.6	62	28.4	3.4	2.5	25.8	4.4	5.17	0.45	11.5
私農高唱	短尺ソルゴー栽培中(9/16)	0.07	6.4		1.0	97	63.8	11.6	4.1	—	5.5	5.84	0.47	12.5
	短尺ソルゴーすき込み直前(11/1)	0.06	6.3	1.2	1.1	112	52.9	9.9	2.9	27.8	5.1	5.73	0.49	11.7
基準値		<0.25	5.5～6		<4	20～50	40～50	10～15	2～4		>5	>3	>0.3	10～12

実証調査前の各ほ場の条件は、MaruHanaファームと天道虫は耕作放棄や雑草抑制のためにロータリーを頻回にかけており、楽菜ファームと私農高唱は比較的肥沃度が高い状態でした。8月8日にサンプリングした土壌分析値は、無機態窒素(NH₄-N、NO₃-N)や可給態窒素がMaruHanaファーム、天道虫で低く、楽菜ファーム、私農高唱で高い結果でした(表5)。土壌改良の最初の取り組みとして、8月にコーヒー粕たい肥をMaruHanaファームと天道虫は土壌中のカリ濃度が高いので2t/10a、楽菜ファームと私農高唱は4t/10aほ場に施用しました。

コーヒー粕たい肥を施用してから約1カ月後の9/16では、いずれのほ場でも可給態窒素量が上昇した一方で無機態窒素量の減少が傾向として見られました。これは、コーヒー粕たい肥の分解で微生物が増加して可給態窒素が増加すると共に、無機態窒素の有機化と降雨による無機態窒素の溶脱*など様々な減少が生じた結果と考えられます。短尺ソルゴー栽培中の9月から11月の土壌養分は、大きな変化はありませんでした(表6)。

〈表7〉たい肥の分析値例

全炭素 (%)	全窒素 (%)	CN 比	全石灰 (CaO)(%)	全苦土 (MgO)(%)	全カリ (K ₂ O)(%)
41.5	5.4	7.7	1.4	0.7	1.2
全リン酸 (P ₂ O ₅)(%)	全鉄(Fe) (%)	全銅(Cu) (mg/kg)	全亜鉛(Zn) (mg/kg)	全マンガン (Mn)(mg/kg)	
1.0	0.3	92	98	500	

1-5 土作り総括

〈表8〉ハイオーツ栽培中★④★⑤ 2023年3月2日サンプリング 注) (mg/100g)は100g乾土あたりの数値

ほ 場	採土時期	EC (mS/cm)	pH (H ₂ O)	NH ₄ -N (mg/100g)	NO ₃ -N (mg/100g)	P ₂ O ₅ (mg/100g)	CaO (%)	MgO (%)	K ₂ O (%)	CEC (meq/100g)	可給態窒素 (mg/100g)	全炭素 (g/100g)	全窒素 (g/100g)	CN比
MaruHana ファーム	ハイオーツ栽培中(3/2)	0.07	6.31	0.8	0.2	17	49.1	13.2	10.1	27.7	3.7	3.01	0.28	10.9
	ハイオーツすき込み1カ月後(5/1)	0.09	6.11	1.0	1.4	20	47.6	14.5	10.7	28.3	5.7	3.86	0.40	9.7
天道虫	ハイオーツ栽培中(3/2)	0.03	6.11	0.9	0.1	43	27.6	9.3	7.3	23.9	2.2	2.21	0.18	12.3
	ハイオーツすき込み1カ月後(5/1)	0.05	5.92	1.1	1.6	45	35.5	13.1	9.7	26.8	3.7	2.76	0.25	11.2
楽菜 ファーム	ハイオーツ栽培中(3/2)	0.06	5.72	0.8	0.8	73	28.3	3.5	4.3	27.5	5.8	5.25	0.45	11.6
	ハイオーツすき込み1カ月後(5/1)	0.09	5.53	0.6	2.8	75	29.0	3.6	5.0	26.4	6.1	5.42	0.47	11.5
私農高唱	ハイオーツ栽培中(3/2)	0.07	6.43	0.8	0.5	115	53.3	10.5	4.2	27.2	6.3	6.11	0.53	11.5
	ハイオーツすき込み1カ月後(5/1)	0.14	6.08	0.9	5.2	118	50.4	10.8	5.0	30.3	7.9	6.59	0.61	10.8
基準値		<0.25	5.5～6		<4	20～50	40～50	10～15	2～4		>5	>3	>0.3	10～12

コーヒー粕たい肥の施用や緑肥のすき込み等で土壌の可給態窒素量や全炭素量、全窒素量が上昇傾向で、肥沃度が改善されてきたことが伺えます。K₂Oや土壌の保肥力の指標であるCECも上昇する傾向でしたが、pHが徐々に低下していました。これは、CaOや

MgOが少ないためと思われるので、資材による酸度調整を行ったほうが良いと考えられました。特に、楽菜ファームは石灰苦土比(Cao/MgO 比重基準値3.7～7.0)や苦土カリ比(MgO/K₂O)の崩れが顕著なので、MgOの補填が必要でした(表8)。

〈表9〉施用有機物の全窒素、全炭素施用量

	コーヒー粕たい肥(1回目)			短尺ソルゴー				醗酵鶏ふん			ハイオーツ				コーヒー粕たい肥(2回目)			合計施用量	
	窒素 (kg/10a)	炭素 (kg/10a)	CN比	乾物量 (kg/10a)	窒素 (kg/10a)	炭素 (kg/10a)	CN比	窒素 (kg/10a)	炭素 (kg/10a)	CN比	乾物量 (kg/10a)	窒素 (kg/10a)	炭素 (kg/10a)	CN比	窒素 (kg/10a)	炭素 (kg/10a)	CN比	窒素	炭素
MaruHanaファーム	41	1030	25	557	6	231	41	1	5	8	157	3	64	25	82	2060	25	132	3385
天道虫	41	1030	25	245	4	98	25	1	5	8	172	3	69	25	82	2060	25	131	3263
楽菜ファーム	82	2060	25	1165	24	460	19	—	—	—	256	10	104	10	41	1030	25	158	3655
私農高唱	82	2060	25	475	12	184	15	—	—	—	203	7	84	13	41	1030	25	142	3358

注) コーヒー粕たい肥は、現物で1回目はMaruHanaファームと天道虫は2t/10a、楽菜ファームと私農高唱で4t/10a、2回目はMaruHanaファームと天道虫は4t/10a、楽菜ファームと私農高唱は2t/10a施用した

表9に施用有機物由来の窒素、炭素施用量を示しました。コーヒー粕たい肥は、地域の飲料工場から排出されたコーヒー粕を独自発酵して作られています*。給肥力の高いソルゴーを栽培、すき込むことでほ場の肥沃度の向上につながります。しかし、ソルゴーは背丈が高く、裁断やすき込みに何度も作業が必要となるため、効率性を考慮して背丈の低い

短尺ソルゴーを採用しました。醗酵鶏ふんは、ハイオーツの肥料分として土壌肥沃度が低いMaruHanaファームと天道虫のみ施用しました。ハイオーツは、根菜類の大敵であるキタネグサレセンチュウに対して抑制効果があります。土づくりだけでなく、後作ニンジンのセンチュウ対策としてハイオーツを選択し、越冬栽培を行いました。

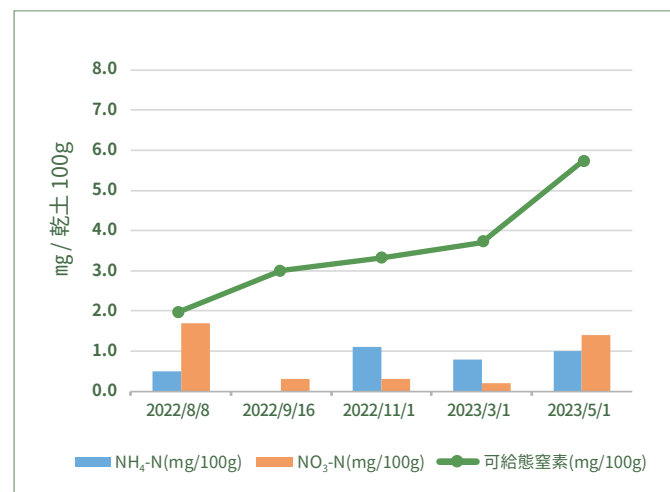
*有限会社サンシン(神奈川県綾瀬市) 製造

1-5 土作り総括

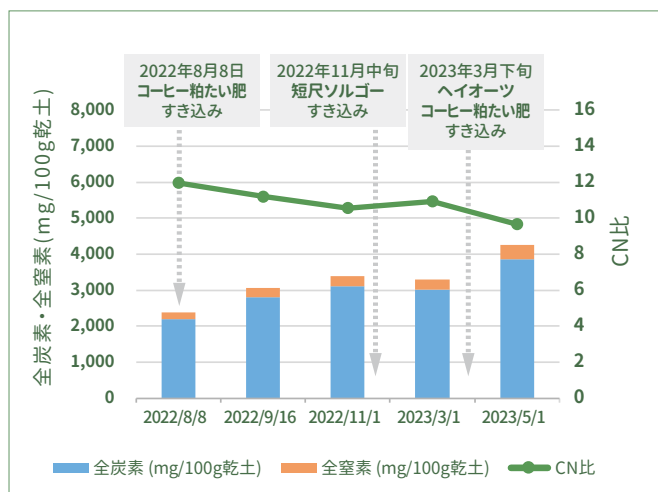
MaruHana ファーム

〈表10〉土壌診断結果 注) (mg/100g)は100g乾土あたりの数値

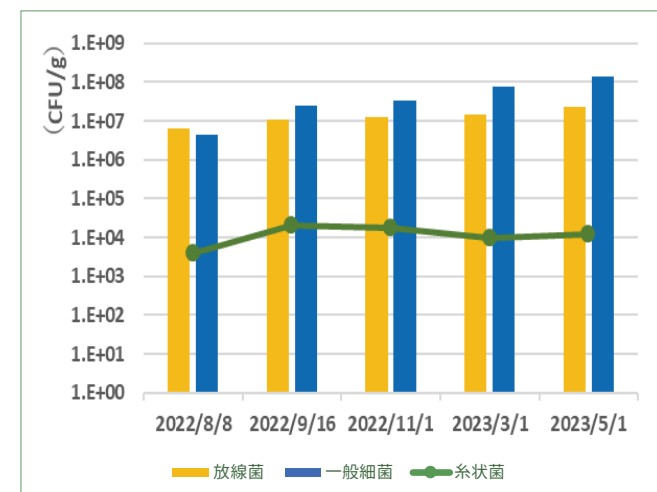
採土日	EC (mS/cm)	pH (H ₂ O)	NH ₄ -N (mg/100g)	NO ₃ -N (mg/100g)	P ₂ O ₅ (mg/100g)	CaO (mg/100g)	MgO (mg/100g)	K ₂ O (mg/100g)	CEC (meq/100g)	可給態窒素 (mg/100g)	CN比	CaO飽和度 (%)	MgO飽和度 (%)	K ₂ O飽和度 (%)	塩基飽和度 (%)	リン酸吸収係数 (mg/100g)	腐植 (%)	SiO ₂ (mg/100g)	Mn (mg/kg)	可給態鉄 (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	B (mg/kg)	全炭素 (g/100g)	全窒素 (g/100g)	
2022/08/08	0.08	6.30	0.5	1.7	20	328	60	114		2.0	12.0	51.3	13.1	10.6	75.0			87	2.9	64	2.7	4.9	0.27	2.19	0.18	
2022/09/16	0.05	6.10		0.3	10	327	61	106		3.0	11.2	51.1	13.3	9.9	74.3			90	1.3	84	2.2	4.3	0.18	2.81	0.25	
2022/11/01	0.05	6.45	1.1	0.3	12	272	52	88	22.8	3.3	10.6	42.6	11.3	8.2	62.1	1770	3.9	79	2.4	131	2.3	4.9	0.13	3.10	0.29	
2023/03/02	0.07	6.31	0.8	0.2	17	314	61	108	27.7	3.7	10.9	49.1	13.2	10.1	72.4	1680	4.1	86	4.9	94	2.2	4.6	0.32	3.01	0.28	
2023/05/01	0.09	6.11	1.0	1.4	20	305	67	115	28.3	5.7	9.7	47.6	14.5	10.7	72.9	1703	4.2	102	4.8	82	2.0	5.0	0.49	3.86	0.40	
基準値			258～322			46～70		22～43		40～50			10～15		2～4		52～69									



〈図2〉各窒素の推移



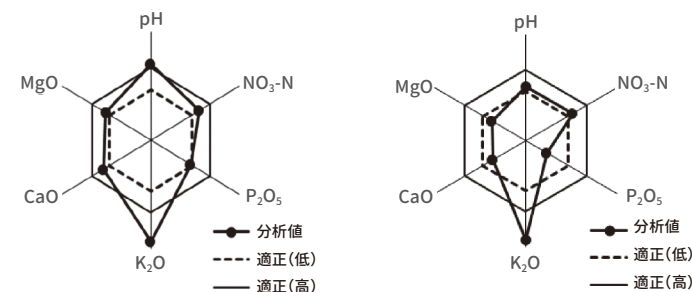
〈図3〉全炭素・全窒素・CN比の推移



〈図4〉菌相の推移

私の実証ほ場は借りた当初から水はけが悪く土も硬いほ場で、緑肥後の玉ねぎ、にんにく栽培でも7割以上が溶けてなくなってしまうほ場で各所に相談しても原因不明で何が悪いのが全くわからなかった状態でした。

この事業での土作りで微生物や全炭素・全窒素が増えてくることにより土の硬さや水はけが目に見えて改善されたと感じています。以前より明らかに耕うんが滑らかになりました。スムーズにニンジンが収穫できるようになり、雨後カスコップでなければ抜けなかった頃から大幅に良くなりました。作物自体の肌も形も非常に良くなったと思います。



〈図5〉土壌養分のレーダーチャート (左2022年8月10日、右2023年5月1日)

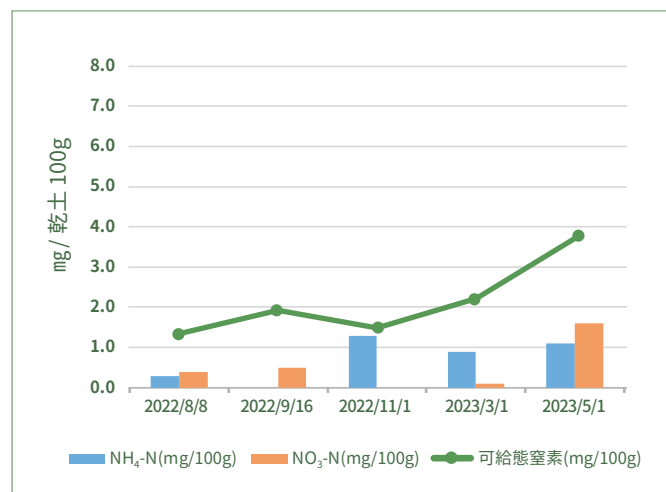
1-5 土作り総括

天道虫

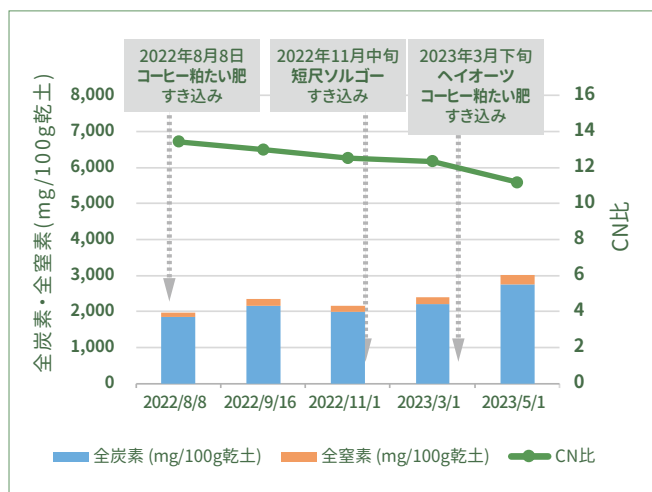
〈表11〉土壌診断結果 注) (mg/100g)は100g乾土あたりの数値

採土日	EC (mS/cm)	pH (H ₂ O)	NH ₄ -N (mg/100g)	NO ₃ -N (mg/100g)	P ₂ O ₅ (mg/100g)	CaO (mg/100g)	MgO (mg/100g)	K ₂ O (mg/100g)	CEC (meq/100g)	可給態窒素 (mg/100g)	CN比	CaO飽和度 (%)	MgO飽和度 (%)	K ₂ O飽和度 (%)	塩基飽和度 (%)	リン酸吸収係数 (mg/100g)	腐植 (%)	SiO ₂ (mg/100g)	Mn (mg/kg)	可給態鉄 (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	B (mg/kg)	全炭素 (g/100g)	全窒素 (g/100g)
2022/08/08	0.03	6.30	0.3	0.4	57	184	43	84		1.4	13.4	29.2	9.5	7.9	46.6			56	2.0	74	3.6	3.9	0.22	1.84	0.14
2022/09/16	0.02	6.10		0.5	35	292	72	90		1.9	13.0	46.3	15.9	8.5	70.7			66	1.1	111	3.3	3.7	0.13	2.7	0.17
2022/11/01	0.02	6.20	1.3	0.0	38	175	39	67	22.5	1.5	12.5	27.7	8.5	6.3	42.6	1450	5.3	51	1.2	146	3.6	3.5	0.12	1.99	0.16
2023/03/02	0.03	6.11	0.9	0.1	43	174	42	78	23.9	2.2	12.3	27.6	9.3	7.3	44.2	1308	5.6	48	2.1	121	2.9	2.9	0.03	2.21	0.18
2023/05/01	0.05	5.92	1.1	1.6	45	224	60	102	26.8	3.7	11.2	35.5	13.1	9.7	58.3	1390	5.8	60	2.3	111	3.1	4.6	0.33	2.76	0.25

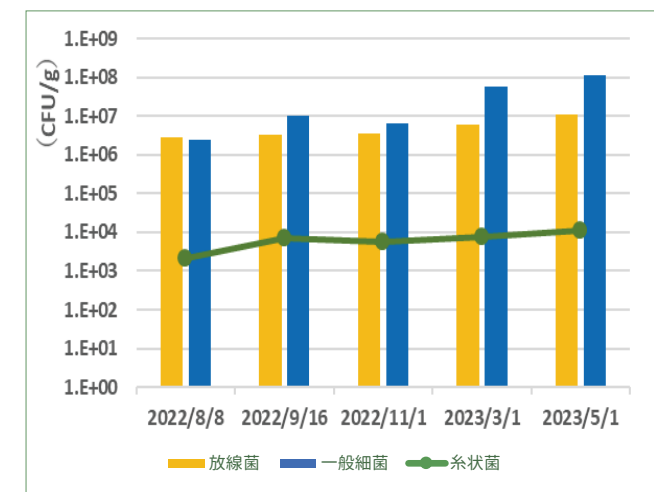
基準値 258～322 46～70 22～43 40～50 10～15 2～4 52～69



〈図6〉各窒素の推移



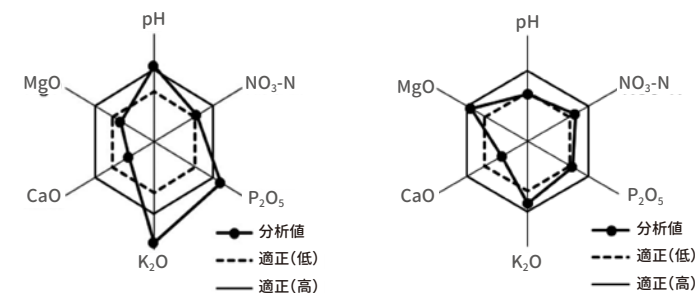
〈図7〉全炭素・全窒素・CN比の推移



〈図8〉菌相の推移

たい肥と緑肥の効果により、少しずつですが可給態窒素や全炭素、全窒素、CECも上昇。2回目のコーヒー粕たい肥を4トン入れたことで、微生物数も大きく増加し、痩せていたほ場が変化しました。

土壌養分（ミネラル）では、はじめMgOとCaOが低く、K₂O過剰気味でしたが、土作りを続けていくうちにバランスが整っていくのが、目に見えてわかり、土壌診断の重要性やミネラル資材で補い調整していくことの大切さを改めて実感しました。またデータや数値ではないのですが、トラクターで耕うんをした時の土の感触や、畝立てをした時の土の集まり方など、あくまでも感覚なのですが、良くなってきていると感じました。



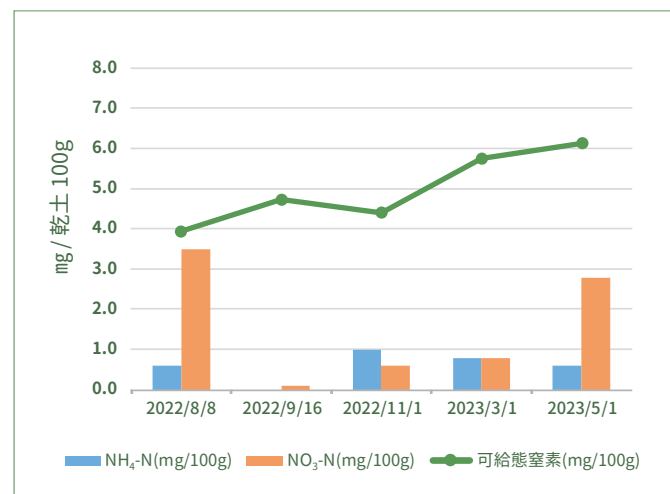
〈図9〉土壌養分のレーダーチャート（左2022年8月10日、右2023年5月1日）

1-5 土作り総括

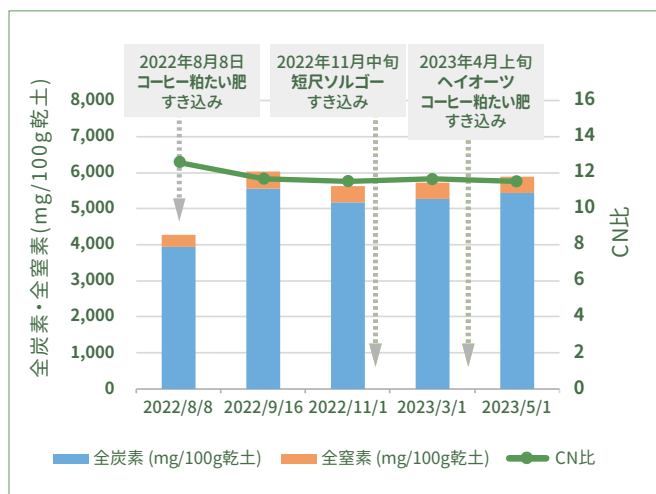
楽菜ファーム

〈表12〉土壌診断結果 注) (mg/100g) は100g乾土あたりの数値

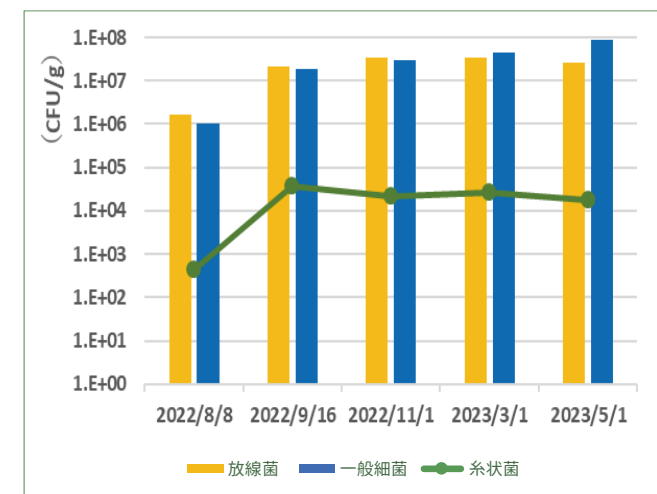
採土日	EC (mS/cm)	pH (H ₂ O)	NH ₄ -N (mg/100g)	NO ₃ -N (mg/100g)	P ₂ O ₅ (mg/100g)	CaO (mg/100g)	MgO (mg/100g)	K ₂ O (mg/100g)	CEC (meq/100g)	可給態窒素 (mg/100g)	CN比	CaO飽和度 (%)	MgO飽和度 (%)	K ₂ O飽和度 (%)	塩基飽和度 (%)	リン酸吸収係数 (mg/100g)	腐植 (%)	SiO ₂ (mg/100g)	Mn (mg/kg)	可給態鉄 (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	B (mg/kg)	全炭素 (g/100g)	全窒素 (g/100g)			
2022/08/08	0.09	5.40	0.6	3.5	108	230	13	42		3.9	12.6	31.8	2.5	3.5	37.7			31	2.2	45	2.8	22.1	0.33	3.95	0.31			
2022/09/16	0.04	5.80		0.1	64	221	17	41		4.7	11.7	30.5	3.3	3.4	37.2			35	1.3	51	2.2	21.0	0.31	5.55	0.48			
2022/11/01	0.04	5.73	1.0	0.6	62	205	18	31	25.8	4.4	11.5	28.4	3.4	2.5	34.3	1370	7.6	26	1.2	76	2.6	18.3	0.35	5.17	0.45			
2023/03/02	0.06	5.72	0.8	0.8	73	205	18	52	27.5	5.8	11.6	28.3	3.5	4.3	36.1	1275	8.2	32	1.7	76	2.4	17.6	0.30	5.25	0.45			
2023/05/01	0.09	5.53	0.6	2.8	75	210	19	61	26.4	6.1	11.5	29.0	3.6	5.0	37.5	1290	7.8	33	1.5	65	2.6	17.6	0.35	5.42	0.47			
基準値																												
					258～322		46～70		22～43			40～50		10～15		2～4		52～69										



〈図10〉各窒素の推移

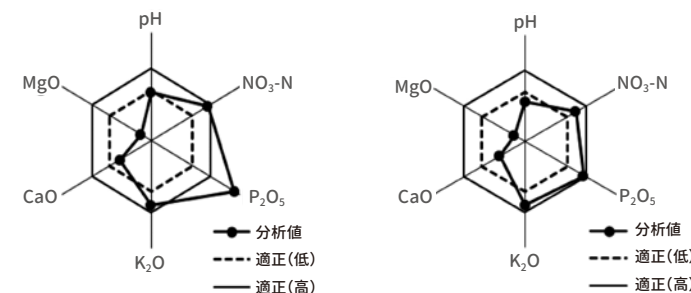


〈図11〉全炭素・全窒素・CN比の推移



〈図12〉菌相の推移

借用当初より、バランスの良さそうな畑でしたが苦土 (Mg) が極端に少ない状態でした。しかしながら、たい肥投入と緑肥の生育を観察する限りムラが有るわけでもなく旺盛な生育状況であるため、ニンジン栽培には大いに期待を持てる状況と判断していました。その後のミネラル資材や肥料の投入後も当初からの土壌診断結果において大きな変化も無く安定していたため、ニンジン栽培前の基肥は少な目に投入することとしました。



〈図13〉土壌養分のレーダーチャート (左2022年8月10日、右2023年5月1日)

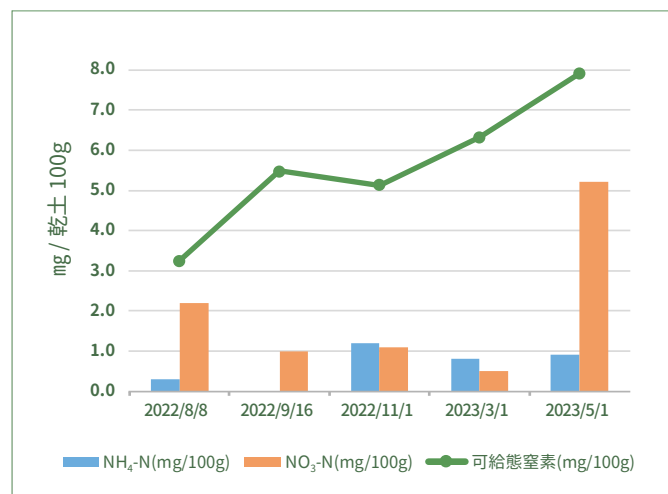
1-5 土作り総括

私農高唱

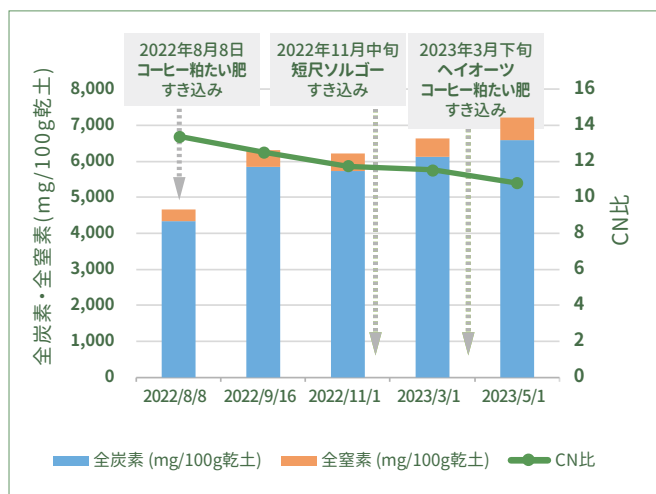
〈表13〉土壌診断結果 注) (mg/100g)は100g乾土あたりの数値

採土日	EC (mS/cm)	pH (H ₂ O)	NH ₄ -N (mg/100g)	NO ₃ -N (mg/100g)	P ₂ O ₅ (mg/100g)	CaO (mg/100g)	MgO (mg/100g)	K ₂ O (mg/100g)	CEC (meq/100g)	可給態窒素 (mg/100g)	CN比	CaO飽和度 (%)	MgO飽和度 (%)	K ₂ O飽和度 (%)	塩基飽和度 (%)	リン酸吸収係数 (mg/100g)	腐植 (%)	SiO ₂ (mg/100g)	Mn (mg/kg)	可給態鉄 (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	B (mg/kg)	全炭素 (g/100g)	全窒素 (g/100g)
2022/08/08	0.08	6.60	0.3	2.2	148	514	57	44		3.3	13.4	65.9	10.2	3.4	79.5			52	0.6	23	1.4	14.7	0.38	4.34	0.33
2022/09/16	0.07	6.40		1.0	97	497	65	54		5.5	12.5	63.8	11.6	4.1	79.5			53	0.6	33	1.3	14.7	0.42	5.84	0.47
2022/11/01	0.06	6.34	1.2	1.1	112	413	55	39	27.8	5.1	11.7	52.9	9.9	2.9	65.8	1440	6.6	42	0.5	47	1.5	18.9	0.34	5.73	0.49
2023/03/02	0.07	6.43	0.8	0.5	115	416	59	55	27.2	6.3	11.5	53.3	10.5	4.2	68.1	1333	7.0	48	0.8	42	1.2	14.0	0.37	6.11	0.53
2023/05/01	0.14	6.08	0.9	5.2	118	393	61	65	30.3	7.9	10.8	50.4	10.8	5.0	66.2	1268	7.1	50	1.5	38	1.6	14.1	0.66	6.59	0.61

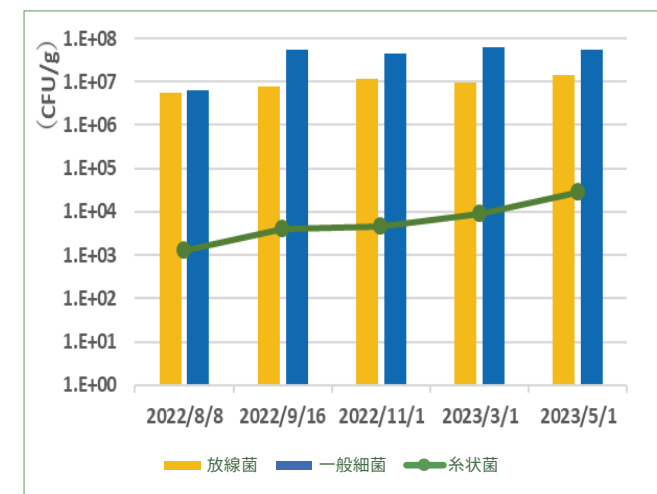
基準値 258～322 46～70 22～43 40～50 10～15 2～4 52～69



〈図14〉各窒素の推移



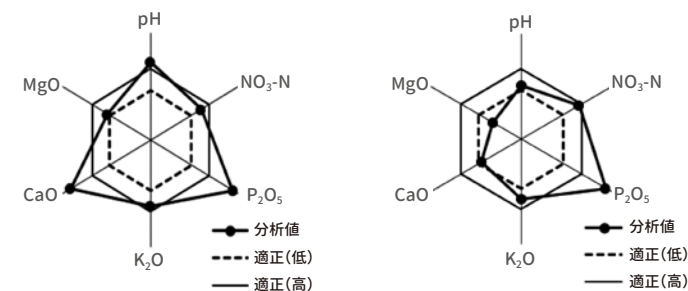
〈図15〉全炭素・全窒素・CN比の推移



〈図16〉菌相の推移

堆肥散布などの土作りを進める中で、緑肥の生育もよかったため、ニンジン栽培はうまくいく感覚が持てました。土壌分析の数値の中では、pH値が6.6と高い点が懸念材料でしたが、短尺ソルゴーやヘイオーツをすき込んだ効果か、これも下がってきました。

ニンジン作付け前の土壌分析では、全窒素の数値が高かったため、無施肥や施肥量の変えた区間を設けて、生育の違いを見るという計画が立てられました。



〈図17〉土壌養分のレーダーチャート (左2022年8月10日、右2023年5月1日)

作業 2 陽熱プラス (太陽熱養生処理)

2022年7月～8月

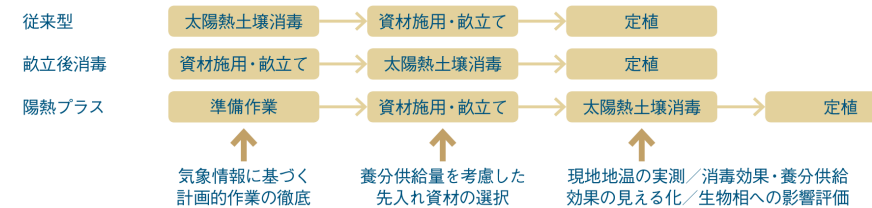
2-1	陽熱プラス(太陽熱養生処理)のしくみ	14
2-2	陽熱プラス(太陽熱養生処理)の工程	16
2-3	地温データ(地温の推移、日別の比較)	17
2-4	陽熱プラス土壌分析結果(消毒前後の分析値)	19

「陽熱プラス」は、農研機構等が開発した従来型の太陽熱養生処理の作業手順を見直した技術です。太陽熱養生処理を行いながらマルチ下の地温を測定し、地温の積算状況を確認しながら消毒の進捗を確認できる技術です。また、スマートフォンアプリ「陽熱プラス」を利用すると太陽熱養生処理を行う期間、目標積算地温に基づき目標積算地温達成日を予測することができます。

本事業では、実測の積算地温に基づいて作業を行いました。

2-1

陽熱プラス(太陽熱養生処理)のしくみ



〈図18〉太陽熱養生処理の作業手順

出典：『陽熱プラス実践マニュアル』2017年12月28日 第三版発行
国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業研究センター

[太陽熱養生処理]

地表をフィルムで被覆し、太陽エネルギーで地温を高め、土壌中の病害虫の発生を抑制する、臭化メチル代替技術のひとつです。殺雑草種子効果があるので、栽培期間中の除草作業の作業工程の削減も期待できます。



[陽熱プラス]

畝立て後消毒により処理後の土壌混和を防ぎ防除効果を高める病害対策で、地温測定により消毒効果や養分供給効果の見える化、生物相への影響評価を組み入れたほ場管理技術となります。

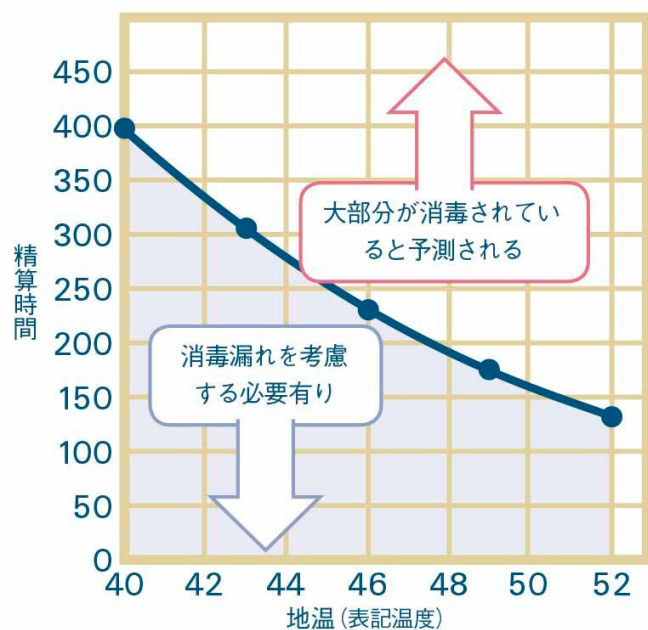
2-1 陽熱プラス(太陽熱養生処理)のしくみ

[技術のポイント]

地温の計測で太陽熱養生処理効果を判定します。地温と積算時間の関係による病原菌の死滅データを目安とし、消毒の効果を推定します。

今回の実証では、雑草種子の防除やニンジンの病害防除を目的として、深さ5cmにセンサーを設置し地温計測をしました。土壌中の多様な病原菌、害虫、雑草種子等を死滅させる基準を40℃以上の積算温度で1200℃・hourを超過することとしました*。

*メッシュ農業気象データを利用した太陽熱養生処理期間の有効積算地温予測法とスマートフォンアプリの開発 田中慶, 井原啓貴, 橋本知義



〈図19〉養生処理効果を推測するための地温と積算時間の概念

出典：『陽熱プラス実践マニュアル』2017年12月28日 第三版発行
国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業研究センター

[温度計設置のポイント]

本事業では、簡易の記録型温度計として、スマートフォンでアプリを使用してデータを回収できる「おんどとりTR4A」シリーズを使用しました。

温度計センサーの設置は、割箸を添え木にして、センサーと割箸が接触しないように工夫してマルチの上から土に挿入しました。雨水が入らないように透明テープでマルチとセンサーを固定しました。



スマートフォン アプリ画面



●使用機器

おんどとりTR4シリーズ(TANDD)

精度平均±0.3℃、通信Bluetooth4.1、リチウム電池、防水性

大きさ：H 62mm × W 47mm × D 19mm

参考価格：14,080円(税込)

(2023年10月の参考価格)

2-2 陽熱プラス（太陽熱養生処理）の工程

[作業日誌]

2023

● 使用機械・器具

陽熱プラス開始

7月末～8月初旬 陽熱プラス完了

7/13

耕うん

●トラクター

畝立て

●マルチャー*

おんどり設置

●おんどり

6回目土壌診断 ★⑥

8/8

7回目土壌診断 ★⑦

マルチ開放
ニンジン種へ

1番手の中でも、午前中は日陰になる箇所を先に畝立てを済ませました。



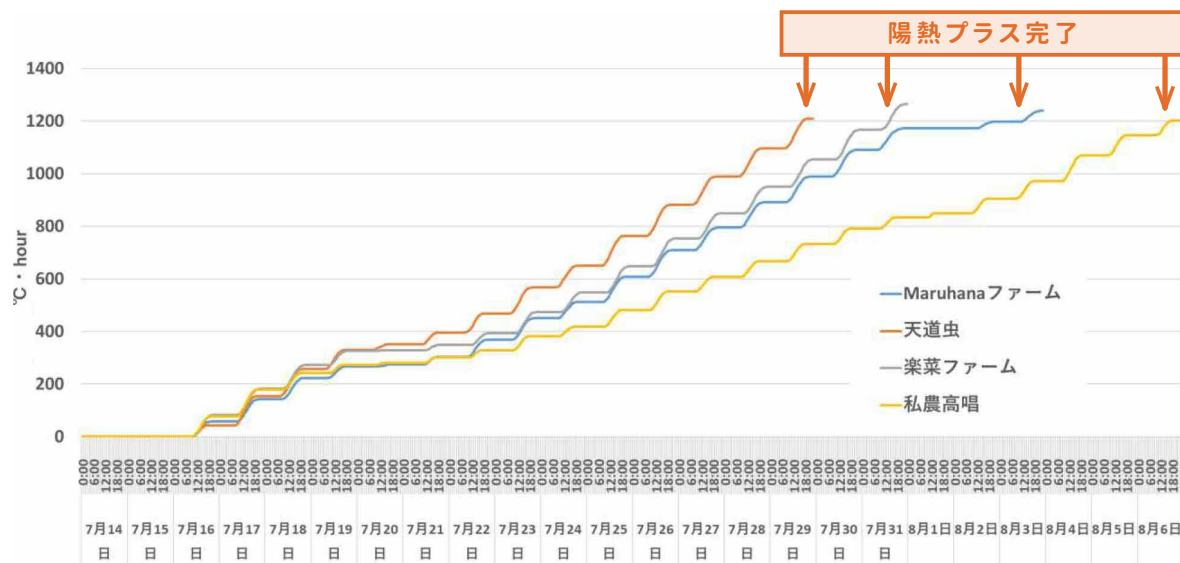
[畝の仕様例]

- 畝 幅 95cm
- 畝 高 10cm
- 通 路 50～55cm
- 使用マルチ* 透明マルチ幅135cm (厚さ0.02mm)

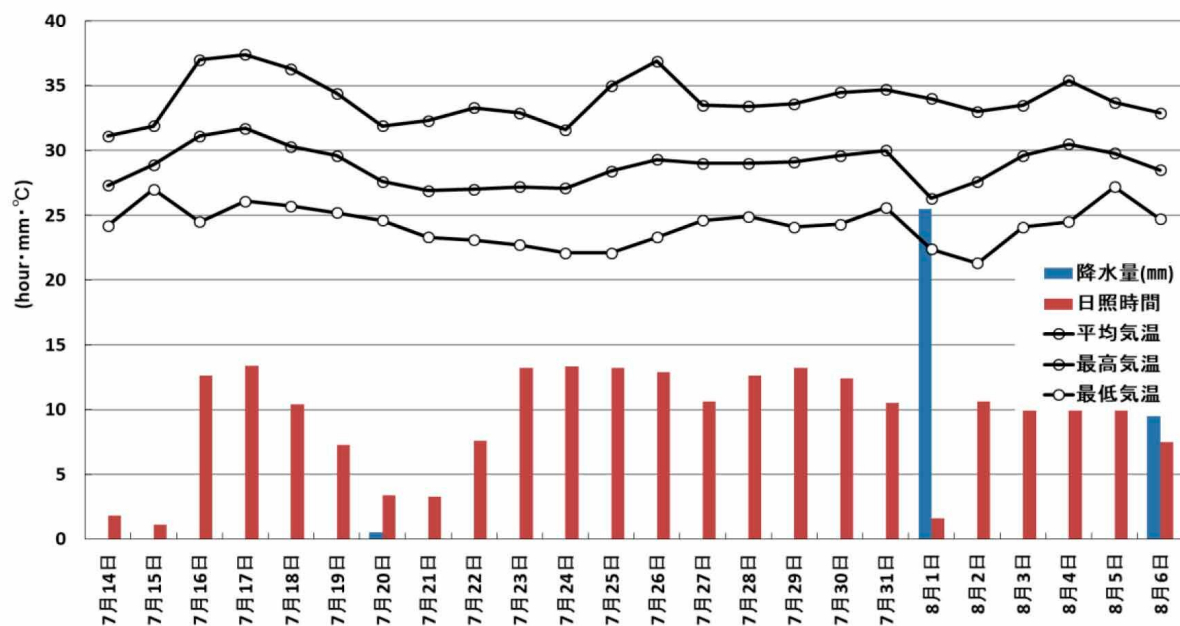


養生処理前に各ほ場の土壌分析を実施しました。分析結果を参考にしてニンジン栽培の施肥設計を行い、ミネラル肥料を全面施用した後ロータリーをかけました。その後、7月14日に管理機にマルチャーのアタッチメントを設置し、畝たてと同時にマルチング作業を行い、太陽熱養生処理を開始しました。

2-3 地温データ(地温の推移)



〈図20〉太陽熱養生処理時の40℃以上積算地温の推移



〈図21〉降水量・日照時間・気温の経過(2023年 気象庁アメダス海老名)

陽熱プラス(太陽熱養生処理)終了(処理期間)と養生開始時の土壌水分率(%)

● Maruhanaファーム	8月 3日 (20日間)	24%
● 天道虫	7月 29日 (15日間)	18%
● 楽菜ファーム	7月 31日 (17日間)	21%
● 私農高唱	8月 6日 (23日間)	20%

〈表14〉一日の積算地温(7月13日養生開始)

	Maruhanaファーム	天道虫	楽菜ファーム	私農高唱
7月16日	58.2	41.9	82.7	76.1
7月17日	84.7	112.2	99.2	102.8
7月18日	80.4	102.6	90.3	61.6
7月19日	43.8	72.5	53.7	31.6
7月20日	7.3	22.7	2.8	8.3
7月21日	28.6	42.5	21.1	19.7
7月22日	65.1	74.4	42.6	26.9
7月23日	81.9	97.8	80.9	53.4
7月24日	62.6	83.1	75.4	37.3
7月25日	95.4	114	99.4	63.6
7月26日	101.4	118.8	105.7	69.5
7月27日	85.1	106.1	95.6	55.8
7月28日	96.1	107.4	100.2	60.4
7月29日	98.3	112.3	104.8	64.2
7月30日	101.1		112.5	59.2
7月31日	82.1		96.8	42.7
8月1日	0.7			15

注)赤字は最高気温35度を超過した日、黒字は最高気温30度を超過した日、黄色の部分は日照時間が10時間を超過した日

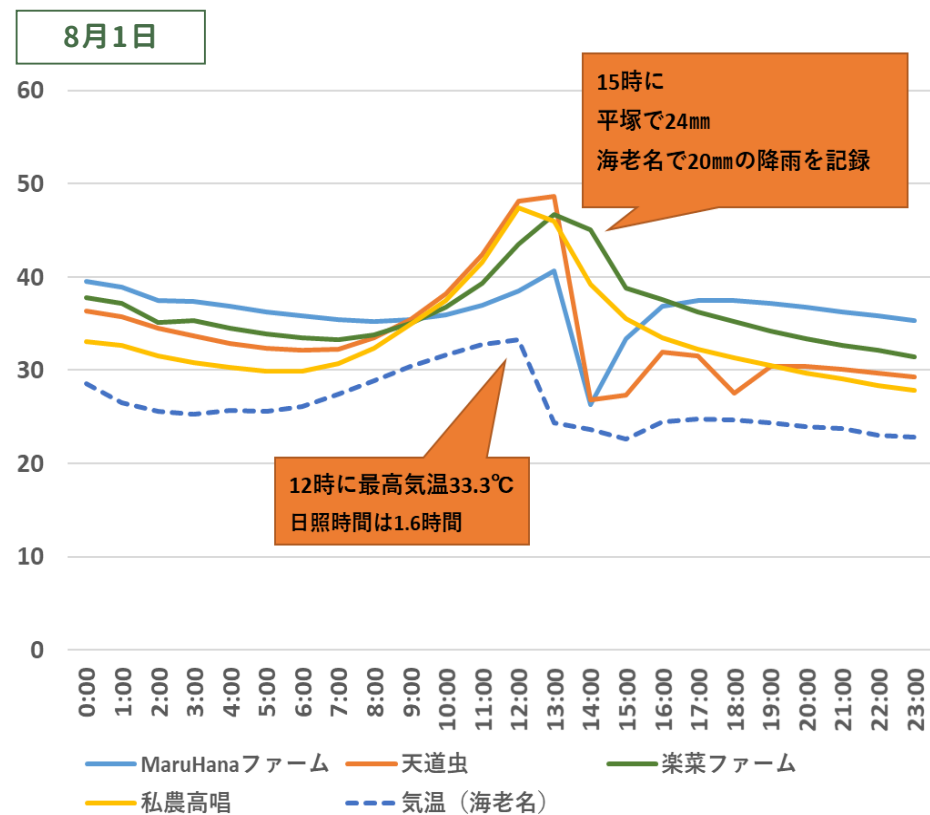
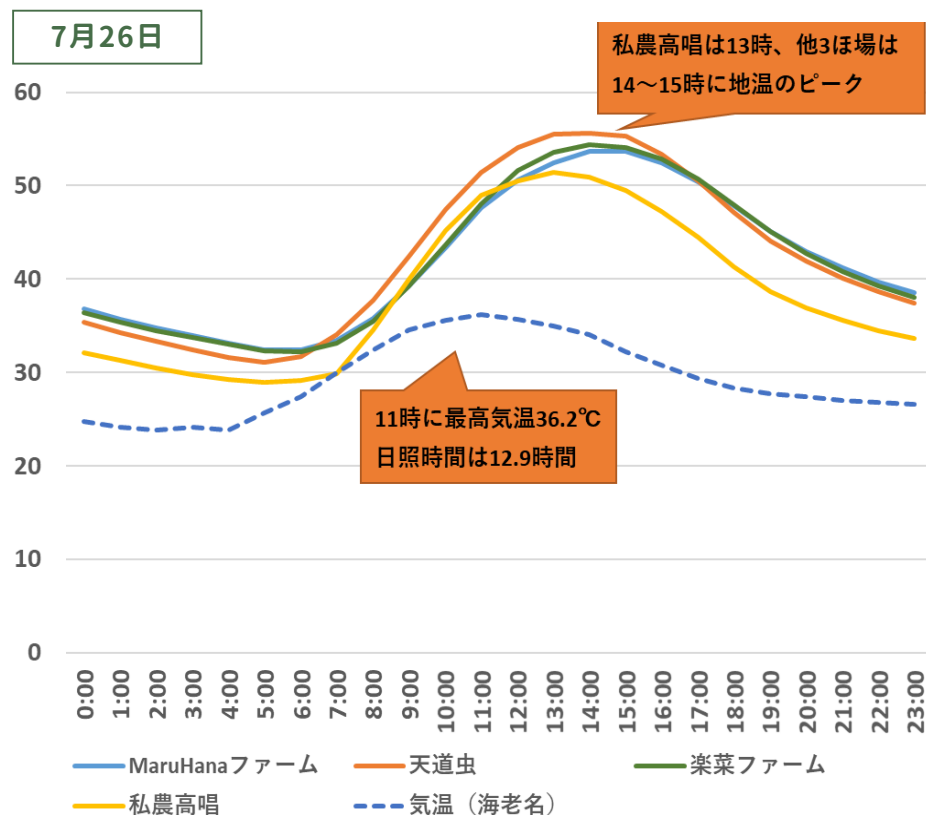
一日の積算地温は、私農高唱を除いて最高気温が35度を超過する日は80～120度程度、日照時間が10時間以上で最高気温が30～35度の日は、60～110度程度確保できるとわかりました。私農高唱は午前中が山の影となる条件で、他のほ場より一日の積算地温が低いことがわかりました(表14)。

*地温の記録間隔は60分に1回

山の陰などで日影ができる時間帯がある私農高唱は、陽熱プラス完了まで3週間以上かかり、日当たりのよい天道虫は2週間強で完了しました(図20)。

日当たりにより陽熱プラス完了までの時間が大きく異なることがわかり、処理期間の考え方の参考になりました。

2-3 地温データ(日別の比較)



〈図22〉日別の地温の推移(左 7月26日、右 8月1日)

○日照時間12.9時間と長く、最高気温が35℃以上の日の地温推移例(7月26日)

外気の高まりにやや遅れて13時～15時に地温のピークを迎え、地温は51.4～55.6℃となりました。午前中を中心に山の影ができる私農高唱は最高地温が低くなりました。

○日照時間1.6時間の曇天日で14時台に降雨があった日の地温推移例(8月1日)

東の海老名市より西の平塚市で多く降水量を観測し、平塚市に近いMaruHanaファームと天道虫で地温の低下が大きいことを観察しました。

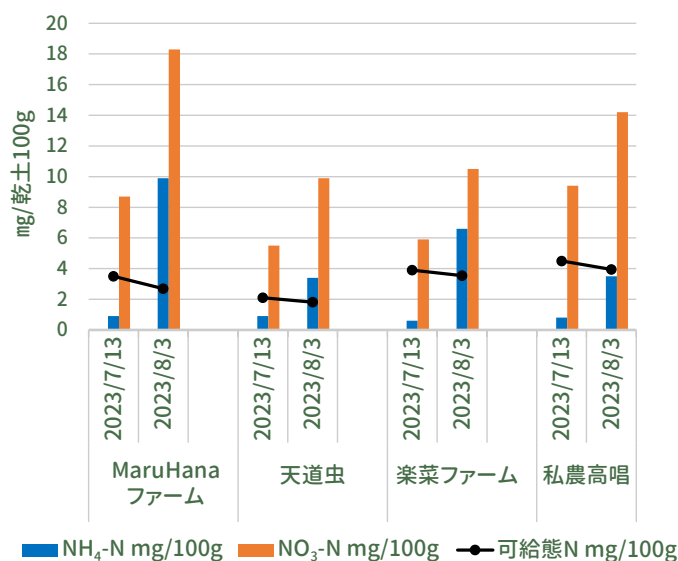
以上から、日照の当たり具合、降雨の差など日射条件や地域差により地温の推移に差が出るのがわかりました。日ごとの差は小さく見えますが、毎日の積み重なりで陽熱プラス完了まで日当たりにより8日間の差が出るのがわかりました。

地温測定は、土壌の水分状態にも影響を受けるので、降雨を待たずにマルチをすると土壌水分が少なくなり正確な地温が測定できなくなるとともに養生効果が薄れることがあります。太陽熱養生を行うときは散水または降雨後に開始するなど土壌水分の状態に配慮する必要があります。

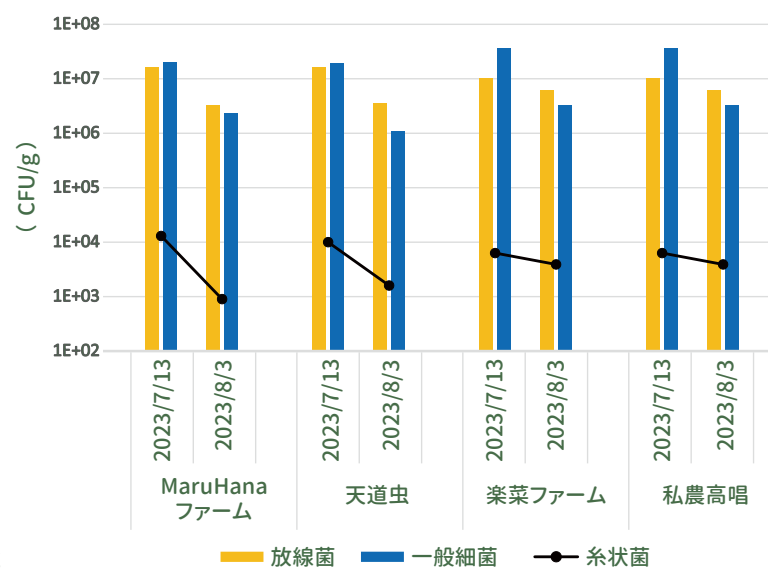
2-4 陽熱プラス土壌分析結果（養生前後の分析値）

〈表14〉陽熱プラス処理前後の土壌化学性の変化 ★⑥★⑦ 注) (mg/100g)は100g乾土あたりの数値

ほ場	採土時期	EC (mS/cm)	pH (H ₂ O)	NH ₄ -N (mg/100g)	NO ₃ -N (mg/100g)	P ₂ O ₅ (mg/100g)	CaO (%)	MgO (%)	K ₂ O (%)	CEC (meq/100g)	可給態窒素 (mg/100g)	全炭素 (m/100g)	全窒素 (m/100g)	CN比
MaruHana ファーム	養生前(7/13)	0.21	5.59	0.9	8.7	17	279	61	115	29.8	3.5	3792	408	9.3
	養生後(8/3)	0.42	5.47	9.9	18.3	13	272	61	112	31.2	2.7	3644	399	9.1
天道虫	養生前(7/13)	0.14	5.18	0.9	5.5	56	154	32	70	26.6	2.1	2674	255	10.5
	養生後(8/3)	0.23	5.09	3.4	9.9	49	176	39	74	22.9	1.8	2538	251	10.1
楽菜ファーム	養生前(7/13)	0.15	5.22	0.6	5.9	86	230	22	57	29.0	3.9	5488	490	11.2
	養生後(8/3)	0.25	5.12	6.6	10.5	100	236	23	56	29.2	3.5	5222	466	11.2
私農高唱	養生前(7/13)	0.24	5.76	0.8	9.4	127	384	50	52	28.3	4.5	6069	565	10.7
	養生後(8/3)	0.33	5.69	3.5	14.2	124	366	50	50	28.5	3.9	5540	505	11.0
基準値		<0.25	5.5～6		<4	20～50	292～365	52～79	24～49		>5	>3000	>300	10～12



〈図23〉養生処理前後の各窒素の変化



〈図24〉養生処理前後での菌相変化

土壌化学性の変化（表14、図23）

多くの要素で変化はありませんでしたが、可給態窒素量や全窒素量が低下し、無機態窒素量（NH₄-N、NO₃-N）が上昇しました。養生処理によって土壌中の多様な形態の窒素が無機化することにより地力が低下することがわかりましたので、たい肥や緑肥などで有機物を施用して地力の維持向上をしていくことが大事だと感じました。

土壌微生物性の変化（図24）

土壌に熱が加わることで微生物が大幅に減少しました。死滅した菌は分解して無機態窒素に変化することから、可給態窒素の元（地力のひとつ）と考えられています。

養生処理後に減少した微生物は、季節や種類にもよりますが1カ月程度で復活してくると言われています。

作業 3 ニンジン播種

2023年8月

3-1 ニンジン播種方法 20

実証② 播種機（人力）を用いたニンジン1粒・播種栽培

実証③ 遮光資材を用いた播種後の無かん水管理

3-2 ニンジン発芽率 21

3-3 除草行程の削減 22

実証④ 陽熱プラス（太陽熱養生処理）を活用した抑草効果の検証

ニンジンとは、一般に他の野菜と比較して発芽率が低く、播種後の管理作業に気を遣うとともに、慣行では間引き作業があり、作業性・労働性の改善の余地がある品目です。3章では、播種や管理作業の効率化と陽熱プラスによる除草行程削減について検討を行いました。



3-1 ニンジン播種方法

【実証②】ニンジン1粒・播種無間引き栽培

播種は、間引き作業を省力するために人力播種機（クリーンシーダー）を用いて、株間10cm、1粒・播種を行いました。



〈表15〉播種概要例

ベッド幅 (cm)	95
条間 (cm)	15
条数	5
株間 (cm)	10～11

【実証③】被覆資材ベタ掛けによる無かん水管理

播種後は、かん水を省力するため不織布（パオパオ）と黒遮光ネットを二重でベタ掛けし保湿を図りました。

〈表16〉使用資材例 （2023年10月時点の参考価格）

	規 格	参考価格 (円・税込)	特 徴
種子	‘向陽二号’ペレット種子 *L1万粒	6,270	ペレット種子は、天然素材の粘土鉱物を主体とした粉体を用い、種子を核として均一な球状にしたもの。種子形状が不均一なものをペレット化することにより、機械播種が容易となり播種効率を上げる。ニンジンの場合は直径2.5～3.5mm(Lサイズ)に加工される。コート種子、コーティング種子ともいう。（園芸知識タキイ最前線）
被覆資材	パオパオ90 幅210cm×長さ200m	26,200	光線透過率が約90%と高いベタ掛け資材。通気性のよい不織布で、冬季の乾燥や凍霜害、アブラムシ・コナガなどの虫害、鳥害、降雨による土跳ねを抑制。
	折畳遮光ネット黒 遮光率65%、 幅2m×長さ50m	5,980	遮光により温度の上昇や水分の蒸発を防ぐ。ラッセル編みで水分を吸収しない。作業性が良く耐久性に優れる。
	黒ばんちゃん 30cm200個	6,400	被覆資材類の止め杭に1.5m間隔程度で使用。錆びて地面から抜けにくくするタイプの商品。

3-2 ニンジン発芽率

〈表17〉ニンジンの発芽率

	MaruHanaファーム		天道虫		楽菜ファーム ^{*2}		私農高唱 ^{*3}	
	発芽率 (%)	(播種日)	発芽率 (%)	(播種日)	発芽率 (%)	(播種日)	発芽率 (%)	(播種日)
試験区 (陽熱区)	81	(8/6)	21 ^{*1}	(8/5)	—	(8/5)	56	(8/8)
有機慣行区 (太陽熱区)	79	(8/7)	60	(8/10)	—		53	(8/13)

*1：試験区での播種後、被覆なし *2：発芽後の生育不良のため調査を行わなかった *3：対照区はもみ殻の散布無し
調査方法：ベッド長1m毎、3反復、試験区と対照区のニンジン発芽数を調査し、3反復の平均発芽率を算出した。



私農高唱 7月25日地温の確認

〔播種時期の気象条件と発芽率・初期生育〕

播種前後の8月6日、9日等で降雨がありましたが、前後の猛暑と強日射で地温が上昇したと思われます。被覆した土壌が高地温と水分による蒸れで、発芽や発芽後の初期生育が阻害され、楽菜ファームを始めとして発芽率が抑制される結果になったと考察しました。また、被覆の継続により発芽率調査以降も苗の消失が続き、最終的に苗立本数が非常に少ないほ場が出ました。

*ニンジンの発芽適温は15~25℃で、35℃を超過すると発芽せず、初期生育も25~28℃が適温。

〔管理のポイント〕

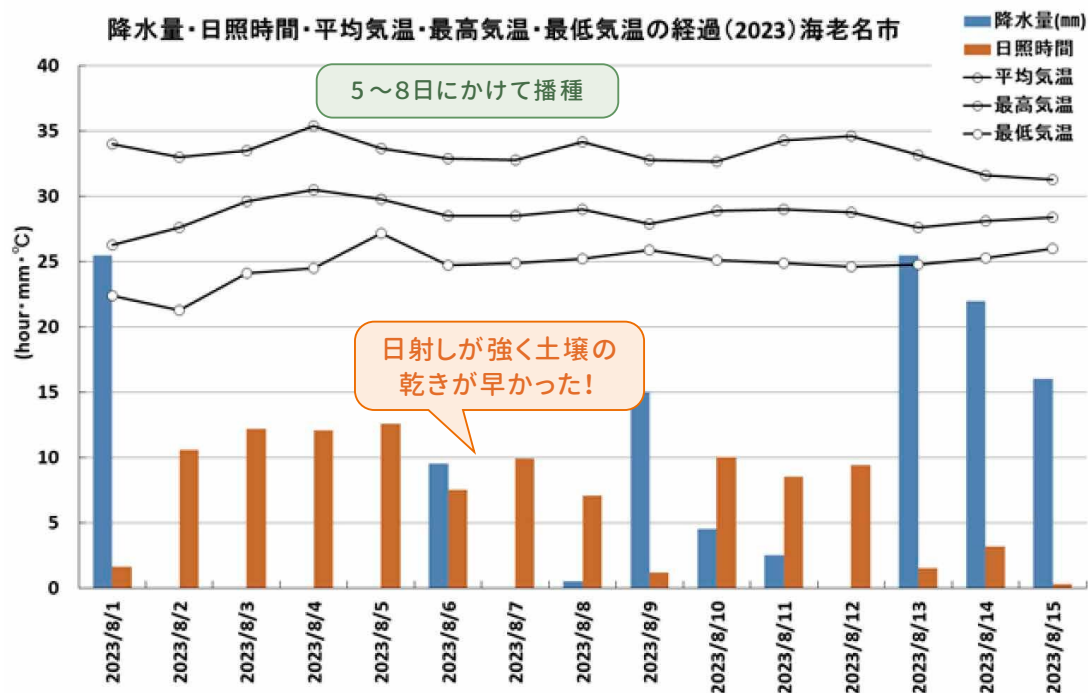
保湿のための被覆が地温上昇や蒸れを助長した可能性があるため、気象条件によって被覆の種類を変える、トンネルやべた掛け、被覆をしないなどその都度の観察と判断が必要と実感しました。

かん水設備を持たない新規就農者や露地農家は、降雨のタイミングでの播種、気象条件により播種時期をずらすなどの工夫が必要と考えました。

〔株間の考察〕

株間が広いほど根重は重くなりますが、1粒撒きで最も収量が多くなるのは5cm株間となります*。本実証では10cm株間としましたが、欠株の考慮が不足していました。欠株のリスクも含め、有機栽培で地力に依存した栽培での最適な株間を検討する必要があると考えました。

* 千葉県試験研究成果普及情報(北総営農技術指導所)



〈図25〉播種時期の気象(気象庁アメダスデータ海老名)

3-3 除草行程の削減

【実証④】陽熱プラス(太陽熱養生処理)を活用した抑草効果の検証

養生処理から約1カ月、2カ月、3カ月(収穫時)のほ場の写真



養生処理後から3カ月目までの写真でわかるように、ニンジンが雑草に覆われることはなく、雑草との養分競合も起きませんでした。栽培期間中、除草作業は私農高唱以外行いませんでした*。

陽熱プラスでは、40℃以上積算地温を1200℃を目標にして行っており、この条件で雑草の殺種子効果は十分得られ、除草行程の削減で省力化となりました。

*私農高唱では、近隣のほ場に配慮してある程度除草を行いました。

作業 4

ニンジン 収穫調査

2023年 11月

4-1 施肥設計 23

4-2 ニンジン生育の結果 24

実証⑤ 土壌分析値を活用した減肥試験

4-3 ニンジン品質の結果 25



土作り終了時の土壌分析値に基づいて施肥設計を行いました。余分な養分施用を防止することにより、地下水汚染や経費削減を目的とします。

比較的肥沃度が高い私農高唱では、環境負荷低減を目的に土壌分析値を活用して窒素施用量を段階的に設定し、減肥栽培を行いました。

4-1 施肥設計

〈表18〉施用資材量と施用成分量

ほ 場		施用資材(kg/10a)				施用成分量(kg/10a)				
		リン酸 グアノ 粒状	カルフ レッシュ (粒状)	陸王60	なたね 油かす	窒素	リン酸	カリ	石灰	苦土
MaruHanaファーム		20	—	15	200	11.2	11.1	2.8	7.6	9.2
天道虫		—	240	15	200	13.4	6.3	2.8	133	11
楽菜ファーム		—	160	60	220	13.8	6.7	3.1	89.1	38.1
私農高唱	窒素 9kg区	—	—	15	160	9.0	4.5	2.2	0.2	9.2
	窒素 4.5kg区				80	4.5	2.2	1.1	0.2	9.2
	窒素 0kg区				0	0.0	0.0	0.0	0.2	9.2

〈表19〉施用資材量と施用成分量 (2023年11月時点の参考価格)

資 材 名	成 分(%)					参考価格 (円・税込)
	窒素	リン酸	カリ	石灰	苦土	
リン酸グアノ粒状(20kg)	0.07	27.6	0.21	37	—	5,500
カルフレッシュ粒状(20kg)	0.9	0.3	—	55	0.8	2,541
陸王60(15kg)	—	—	—	1.09	61	8,860
圧搾式なたね油かす (20kg)*	5.2~5.6	2.1~2.8	1.2~1.4	—	—	2,180

*成分割合は参考数値。原料により多少の変動あり。

各ほ場の土壌養分を考慮して施肥設計を行いました。私農高唱では、肥沃度が高いと判断したため、施用窒素量を段階的に9kg、4.5kg、0kg/10aとし、収量比較を行いました。

4-2 ニンジン生育の結果

【実証⑤】土壌分析値を活用した減肥試験

〈表20〉ニンジンの生育調査

ほ場	試験区	調査株数	品 種 (播種日)	調査 日	苗立株数 (1Mペット長あたり)	全長 (cm)	根長 (cm)	最大根茎 (cm)	全体重量 (g)	根重量 (g)	糖度 Brix
MaruHana ファーム	陽熱プラス区	30	向陽二号 (8/6)	11/15	18	47	17	50	219	187	6.1
	有機慣行区	30	向陽二号 (8/7)		26.7	51	17	47	185	154	6.5
天道虫	陽熱プラス区	10	向陽二号 (8/5)	11/9	10	48	15	41	139	102	6.6
	有機慣行区	10	向陽二号 (8/10)		10	50	17	39	136	100	7.7
楽菜ファーム*	陽熱プラス区	5	カラフルニンジン紫 (8/5)	11/20	—	56	20	22	67	35	8.7
	有機慣行区	5	カラフルニンジン黄 (8/5)		—	49	23	27	115	69	8.4

*追い撒きしたニンジン进行调查したので参考値

〈表21〉私農高唱での窒素減肥栽培の結果 (播種日9月3日、調査日11月20日、品種ベータリッチ)

試験区	調査株数	全長 (cm)	根長 (cm)	最大根茎 (cm)	全体重量 (g)	根重量 (g)	糖度 Brix
有機慣行 窒素 9kg	10	56	16	32	114	80	8.6
有機慣行 窒素 4.5kg	10	55	17	36	144	106	8.2
有機慣行 窒素 0kg	10	55	16	33	120	88	8.7

表20に陽熱プラスを実施した区と有機慣行の太陽熱養生処理を行った区のニンジン生育の調査結果を示しました。各ほ場で両区に大きな差はありませんでしたので、養生処理方法による生育量への影響は無かったと考えられました。なお、欠株数が多かったため10aあたりの収量比較はしていません。

表21に私農高唱で行った窒素減肥栽培での生育調査結果を示しました。根重に一定の傾向がなかったため、今回の作では窒素施用量の低減によるニンジン生育量の抑制はなかったと考えられました。



〈表22〉ニンジン栽培後の土壌分析値 ★8

ほ場	EC (mS/cm)	pH (H ₂ O)	NH ₄ -N (mg/100g)	NO ₃ -N (mg/100g)	P ₂ O ₅ (mg/100g)	CaO (%)	MgO (%)	K ₂ O (%)	CEC (meq/100g)	可給態窒素 (mg/100g)	全炭素 (m/100g)	全窒素 (m/100g)	CN比
MaruHana ファーム	0.11	5.70	2.2	3.1	14	39	12	9	24.0	3.9	3.6	0.4	9.6
天道虫	0.04	5.60	2.2	0.6	45	27	9	7	21.0	3.1	3.0	0.3	10.2
楽菜ファーム	0.20	5.10	3.0	9.5	70	34	6	5	22.0	4.8	5.3	0.5	10.9
私農高唱*	0.16	5.80	1.2	6.7	100	56	11	4	25.0	5.2	6.1	0.6	10.9

適正値 0.1-0.5 5.5-7.0 3以下 3-10 20-50 40-50 10-15 2-4 15-25 5以上 2500以上 250以上 10-12

*陽熱プラス区の土壌分析値

4-3 ニンジン品質の結果

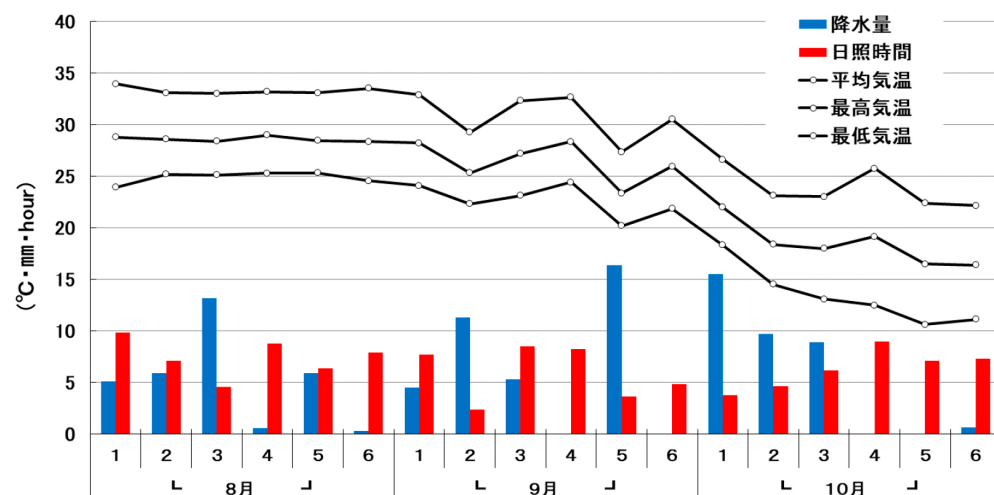
〈表23〉ニンジンの品質

ほ場		肌荒れ	横しわ	裂皮	エクボ症	凹凸	曲がり	岐根	着色(緑)	虫害*
MaruHanaファーム	陽熱区	0.3	0.7	0.3	0.3	1.3	2.3	0.0	2.7	0.7
	有機慣行区	1.0	0.0	0.0	0.0	3.0	1.3	0.0	2.0	0.0
天道虫	陽熱区	33.3	—	0.0	3.3	—	6.7	16.7	16.7	0.0
	有機慣行区	33.3	—	10.0	0.0	—	10.0	13.3	23.3	13.3
楽菜ファーム	陽熱区	0.0	0.0	6.7	0.0	0.0	6.7	0.0	0.0	0.0
	有機慣行区	0.0	0.0	0.0	0.0	33.3	40.0	0.0	60.0	20.0
私農高唱	窒素9kg区	0.0	3.3	0.0	6.7	23.3	10.0	20.0	0.0	10.0
	窒素4.5kg区	0.0	3.3	0.0	16.7	20.0	33.3	0.0	10.0	3.3
	窒素0kg区	0.0	0.0	0.0	20.0	26.7	26.7	10.0	16.7	0.0

* ネキリムシ類による肩部の食害
障害程度を0無、1軽度、2中程度、3重度で評価し、発生度として算出。
発生度＝(3×障害3発生数+2×障害2発生数+1×障害1発生数)/(調査数×3)×100



ニンジンの障害
左から方部の軽度の着色とエクボ症、岐根、虫害



〈図26〉ニンジン栽培中の旬毎の気象(気象庁アメダスデータ海老名)

ニンジン栽培期間の気象は、気温は最高、平均、最低ともに平年より高く推移しました。降水量は8月は平年並みでしたが、9、10月は少なく、日照時間は大幅に長く、作を通して乾燥傾向でした(図26)。

ニンジンの品質調査の結果は、養生処理方法の違いにより障害の発生度の差はありませんでした。エクボ症は、生育初期の高温や播種後28日までのまとまった降雨によるもの、肌荒れや凹凸、裂皮は土壌の乾湿により発生が助長されます。乾燥傾向の気象で、土壌水分状態の不良があったことが推察されました。

曲がりは有機物の残差との接触が原因となることがありますが、全てのほ場でが発生しましたので、有機物の分解処理を促進させたいと思います。

岐根は土壌の過湿などで発生しますが、天道虫や私農高唱で発生が確認され、下層の土壌水分量が多い可能性が考えられました(表23)。

岐根の原因となる地下の過湿は、有機物施用による物理性改善で対策を図ります。地表面の乾燥は、土壌物理性改善とともに土寄せなどの管理でエクボ症や肩部の着色などを予防し品質を改善する検討を行いたいと思います。

作業 5

実証結果の まとめ

実証①	地域の産業廃棄物から製造されたたい肥と緑肥による土作り	26
実証②	人力播種機を用いたニンジン1粒・播種栽培	27
実証③	遮光資材を用いた、播種後の無かん水管理	27
実証④	陽熱プラス（太陽熱養生処理）を活用した抑草効果の検証	27
実証⑤	土壌診断を活用した減肥試験	27



実証① 地域の産業廃棄物から製造されたたい肥と緑肥による土作り

土壌改良前とニンジン栽培後の土壌分析値を表24に示しました。緑肥2作とたい肥施用などで土壌改良した結果、すべてのほ場で可給態窒素量が上昇しました。また、土壌の全窒素量、全炭素量も増加しており、CN比が10に近くなり窒素割合が高くなっていることがわかります。たい肥や緑肥の有機物由来の有機態炭素が、土壌中の無機態窒素とともに微生物に取り込まれて、全窒素量の上昇に寄与したと考えられます。ただ、ほかの要素の過不足があること、pHが低下傾向であることから、全体的な養分バランスを改善することが課題として見えてきました。今後は、炭素や窒素以外の部分に関しても、実証の土壌分析値の推移を参考に改良を行っていきたいと思います。

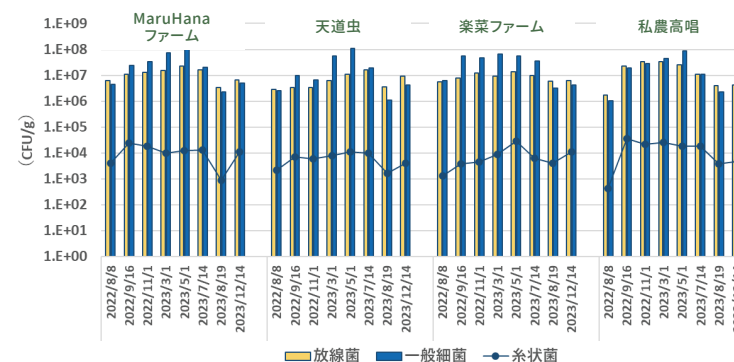
〈表24〉土壌改良前（2022年8月8日）とニンジン栽培後（2023年12月14日）の土壌分析値

ほ場	サンプリング日	EC (mS/cm)	pH (H ₂ O)	NH ₄ -N (mg/100g)	NO ₃ -N (mg/100g)	P ₂ O ₅ (mg/100g)	CaO (%)	MgO (%)	K ₂ O (%)	CEC* (meq/100g)	可給態窒素 (mg/100g)	全炭素 (m/100g)	全窒素 (m/100g)	CN比
MaruHana ファーム	2022/08/08	0.08	6.3	0.5	1.7	20	51.3	13.1	7.9	22.8	2.0	2.2	0.2	12.0
	2023/12/14	0.11	5.7	2.2	3.1	14	39.0	12.0	9.0	24.0	3.9	3.6	0.4	9.6
天道虫	2022/08/08	0.03	6.3	0.3	0.4	57	29.2	9.5	7.9	22.5	1.4	1.8	0.1	13.4
	2023/12/14	0.04	5.6	2.2	0.6	45	27.0	8.6	6.7	21.0	3.1	3.0	0.3	10.2
楽菜ファーム	2022/08/08	0.09	5.4	0.6	3.5	108	31.8	2.5	3.5	25.8	3.9	3.9	0.3	12.6
	2023/12/14	0.20	5.1	3.0	9.5	70	34.0	5.8	5.2	22.0	4.8	5.3	0.5	10.9
私農高唱	2022/08/08	0.08	6.6	0.3	2.2	148	65.9	10.2	3.4	27.8	3.3	4.3	0.3	13.4
	2023/12/14	0.16	5.8	1.2	6.7	100	56.0	11.0	3.6	25.0	5.2	6.1	0.6	10.9

*2022年8月8日のCECの数値のみ11月1日サンプリングのデータ

実証期間を通した土壌微生物量の変化は、コーヒー粕たい肥や緑肥などの有機物をすき込むことにより増加しました。2023年5月から7月にかけては、気温の上昇とともに易分解性の有機物が消費されて微生物の死滅が進み、微生物量がやや減少しました。太陽熱養生後は、有機物を入れ始める前の2022年8月と同程度となり、ニンジン栽培後の2023年12月には再び増加しました（図27）。

以上から、微生物量としての変化は大きくありませんが、可給態窒素、全炭素、全窒素量が増加し、植物生育も改善されたことから、有機物を施用し続けて微生物を活発に活動させることが、土作りには大切だとわかりました。



〈図27〉実証期間を通した土壌微生物量の変化

省力化項目の検討

実証② 人力播種機を用いたニンジン1粒・播種栽培

間引きの省力のため、人力播種機（クリーンシーダー）による1粒・播種を行いました。一般的に、ニンジンは発芽率が70%程度と他の野菜よりやや低い傾向があり、光好性種子で厚い覆土は不適な割に吸水力が弱く乾燥に弱い等、均一に発芽させるのが難しい野菜です。今夏のように日射が強く高温傾向の気象では、特に発芽率が低くなり、さらに間引き作業を削減するために株間を広めにとっている場合、欠株が出たときに収量に大きく影響が出る結果となりました。この技術を適用するときは、土壌水分量や地温が適正になるよう、播種時期を検討したうえで実施する必要があると考えられました。

実証③ 遮光資材を用いた、播種後の無かん水管理

かん水作業を省くため、被覆による土壌保湿を行いました。実証を行った8月は気温が高く日射も強かったため、被覆内が蒸れてニンジンの発芽と初期生育に影響が出ました。気象により播種のタイミングを調整する、天候や地温の状況、例えばゲリラ豪雨の時はべた掛け、播種床が蒸れる場合は浮き掛けやトンネル、日差しが強すぎる時は被覆を無理に撤去しないなど、栽培条件と苗の状態の確認をこまめに行い作業判断することが大切です。

実証④ 陽熱プラス（太陽熱養生処理）を活用した抑草効果の検証

雑草によりニンジンの生育が抑制されることはなく、除草の作業工程を省くことができました。陽熱プラスで積算温度を確認し、深度5cmで40℃以上の積算温度1200℃を達成することにより、雑草の殺種子効果を得られることがわかりました。ただし、スベリヒユなどの熱に強い雑草は抑制できない可能性があるため、この技術を適用するときは、ほ場の雑草種に気を付ける必要があります。

実証⑤ 土壌診断を活用した減肥試験

土壌分析値を活用し、減肥栽培試験を行いました。実施ほ場（私農高唱）の肥沃度が高く、窒素施用量にかかわらずニンジンの生育量に違いはありませんでした。私農高唱のほ場では可給態窒素が5mg/100g前後で推移しており、ニンジン栽培はこの程度の可給態窒素があると無窒素で栽培できることが示唆されました。ただ、土壌条件によって生育が変わる可能性があるため、各ほ場での検証が引き続き必要と考えられました。

省力化項目の検討〈作業時間の比較〉

作業区分	作業名	実証作業		慣行作業	
		時期	時間	時期	時間
本ば準備 (養生処理～畝立て)	養生処理/養生処理機・トラクター			6月中旬	2
	養生処理・ガス抜き/トラクター			7月上旬	2
	施肥/たい肥・元肥全面散布	6月下旬	6	7月上旬	6
	耕うん/トラクター・ロータリー	6月下旬	1	7月上旬	1
	耕うん/歩行トラクター・カゴ車輪	6月下旬		7月上旬	2
	ベッド作り・マルチング/歩行トラクター・マルチャー	6月下旬	2		
	マルチ除去	8月上旬	4		
本ば準備集計			13		13
本ば管理 (播種～収穫までの管理)	播種/人力播種機	8月上旬	3	7月下旬	
	ベタ掛け被覆・除覆・片付け		19		
	播種/手撒き 1カ所3～4粒播種			7月下旬	4
	間引き			8月上旬	24
	除草剤/動力噴霧機			8月上旬	1
	防除/土壌施用剤			7月下旬	1
	防除/動力噴霧機4回			8月上旬・中旬・ 10月上旬・下旬(4回)	8
	追肥・土寄せ/管理機			9月上旬	6
本ば管理集計			22		47
総 計			35		60

作業時間から作業の省力化の見える化を行いました。本事業での実証と慣行の本ば準備から管理までの作業時間の比較を行いました。

○本ば準備

実証と慣行の作業時間は同等でした。

○本ば管理

実証ほでは、播種、間引き、除草剤散布、防除、追肥・土寄せの時間が削減された一方、ベタ掛けの被覆や除覆に多くの時間を要しました。慣行では、間引き作業の時間が長くなりました。

○全体作業時間

慣行では間引きや防除、追肥・土寄せの時間が長かったため、実証ほが25 時間ほど短くなりました。慣行での全作業時間221 時間中11%ほどの削減率となりました。

一般に作業時間が長くなる有機農業で、太陽熱養生処理による除草工程の削減や人力播種機による播種作業の省力化、二ンジンの一粒・播種による間引き作業の削減は、全体の作業時間の短縮に大きく寄与しました。株間の検討や発芽率の改善で技術が確立すれば、慣行栽培にも適用でき、労働時間の削減と収量の向上で経営安定化に寄与すると考えられました。

参考：神奈川県作物別・作型別経済性標準指標一覧

有機農業と 土作り

神奈川県愛川町にて営農しております千葉と申します。
かながわオーガニックコミュニティ協議会の4経営体農家の
研修受け入れ先であり、本事業の検討委員もさせていただ
いております。実証内容の立案から関わり、このような形で
土作りの手法が世に出ることを嬉しく思います。

なぜ土作りは必要なのか？

という漠然とした疑問に対して一つの方向性や数値による
事例を本実証を通して明確に伝えることができたのではない
かと思う。

植物の光合成産物である有機物を土壌に還元することによ
り、いわゆる“土が肥える”状態が作れること。

畑の中に小さな自然（資源循環や微生物から始まる食物
連鎖）を再現するのに必要な資源（堆肥や緑肥、その他有
機物）を地域内で完結させることで農業の持続可能性を担
保すること。

新規就農事例4経営体による実証は、新たに有機農業で
営農を始める方、既存栽培から有機転換していく方、農薬
や化学肥料への依存度を減らしていきたい方へ伝わってい
くことを願う。

実際、この実証で分かったことは

- ・ 有機物の土壌還元で起こることはまずは糸状菌の繁殖→
放線菌の繁殖であること。したがって作物栽培において多
くを占める土壌病原菌の糸状菌が繁殖している間での栽
培がどれだけリスクが高いかが見えた。
- ・ 有機物の土壌還元や微生物の繁殖に伴って土壌中の全
炭素・全窒素は向上し、可給態窒素も上昇する事。これ
により土作りをすれば肥料を減らしたり、作物によっては肥
料を使わない選択肢があるという事実。
- ・ 土の中は季節や栽培などと密接にかかわり、常に変化し
続け、土は生きているという事。土壌の物理性、生物性、
化学性を常に整えることが土作りであり、栽培する作物ご
とに土作りは存在すること。

これらを踏まえて土作りを実践する事で、最小範囲（農場
との距離）での資源循環による農業の栽培を実現していくこ
とが今後の日本の農業のカギとなることを確信している。



用語集

【土壌用語】

植物の必須元素	16元素あり、生体の維持、生長に必ず必要とする。多量要素、3大要素、微量要素、ミネラルなどに分類される[図-1]。
多量要素	9元素あり、必須元素のうち要求量が多い元素。植物体の構成元素の大部分は、水や大気から供給される水素、炭素、酸素で占められる。
肥料の3大要素	農業生産上重要なもの。窒素、カリウム、リン。
微量要素	7元素あり、必須元素のうち要求量が少ない元素。土壌pHによって各元素の有効性に違いがあり、欠乏や過剰が生じることがある[図-2]。
ミネラル	炭素、酸素、水素、窒素を除く要素のこと。これらの適正なバランスを取ることで植物の養分吸収や生育が促進される。

可給態窒素

熱水抽出性窒素で土壌の易分解性有機態窒素を評価したもの。本実証では、80℃16時間水抽出による可給態窒素簡易評価法(上園ら, 日本土壌肥料学会 81 巻 1 号)を使用した。

耕盤

作土直下の圧密層。長年のトラクターのロータリーなどで耕うんを続けると形成される。深耕ロータリー、プラウ、トレンチャー、バックホーなどの機械を用いて耕盤または心土を破碎する。もしくは耕盤破碎を期待できる直根生の緑肥作物の栽培を行う。

土壌理化学性

土壌の有する物理的性質と化学的性質を意味する。

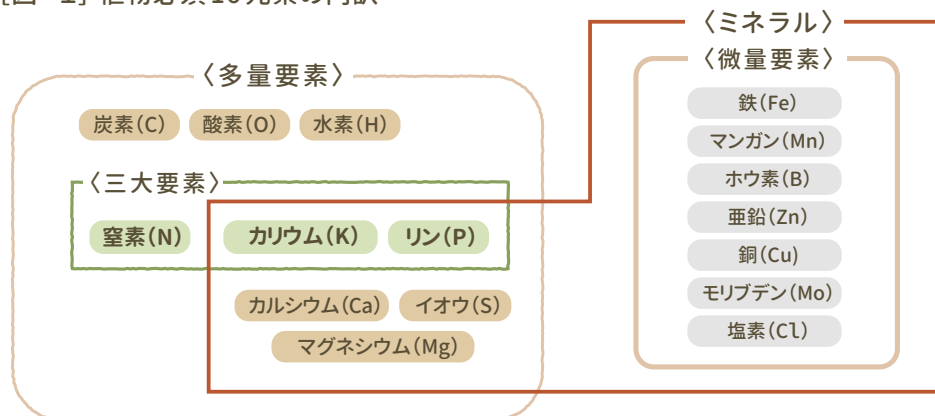
窒素の無機化

土壌中の有機態窒素(動植物遺体、微生物菌体、有機質肥料などに含まれる)が、土壌微生物の働きによりアンモニア態や硝酸態などの無機態窒素に変化すること。無機化速度は、有機態窒素の種類、土壌水分、地温などの影響を受ける。

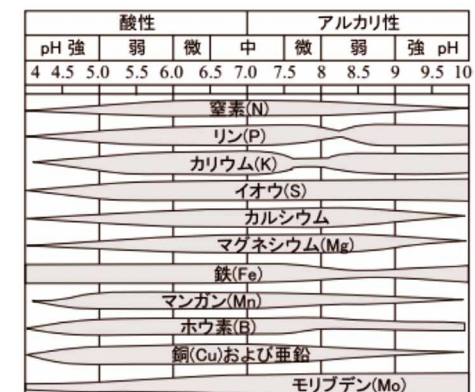
溶脱

土壌中の浸透水に溶解した可溶性成分が、土層内を表層から下層へ移動したり、土層系外へ除去される過程。流亡と同義。

■ [図-1] 植物必須16元素の内訳



■ [図-2] 土壌pHと養分の溶解、利用度(Truog)



【肥料関係】

コーヒー粕たい肥	地域で排出される未利用資源、コーヒー粕をたい肥化。有限会社サンシン(神奈川県綾瀬市)が製造。
ミネラル肥料	ミネラルバランスを整えるため、土壌ミネラルを補完する肥料。たい肥や有機質肥料とは異なる。＊具体的な定義はない。
なたね油かす	有機質肥料のひとつ。土壌に施用された後、なたね油かす 100kg から有効化する成分は、窒素 3.9kg、リン酸 2.2kg、カリ 1.3kg 程度とされる。

【植 物】

短尺ソルゴー (雪印種苗)	イネ科モロコシ属の緑肥ソルガムの一様で長稈種で草丈2m以上の生育となるが、短稈種である本種は小型で草丈1.5～2m程度の生育。収穫、運搬の労力が少なく、低馬力の農機で借り倒しが可能。生育が早く生産量が高いため有機物施用効果が高く、夏の暑さや干ばつに強い。播種期は、5月中旬～7月下旬となる。
ハイオーツ (雪印種苗)	イネ科エンバクの一様で、窒素肥効は大きくないが、出穂後にCN比が急激に高まる。深根性で土壌物理性改善効果や硝酸態窒素の流亡抑制などの効果がある。キタネグサレセンチュウの抑制のほか、ジャガイモそうか病やアブラナ科野菜の根こぶ病の発生を軽減する効果がある。播種期は、春播きで3月上旬～5月下旬、夏播き(年内すき込み)で8月下旬～9月中旬、秋播き(越冬栽培)で10月中旬～11月上旬となる。
向陽二号	ニンジン品種。晩抽性と耐暑性にすぐれた春・夏作兼用の五寸ニンジン。土質を選ばずしみ症に強い等作りやすい性質のため本事業で採用した。根形はやや肩張りで尻づまりがよく、吸い込み性があり、根色は鮮紅色。比較的発芽率が良く栽培しやすいので、今回の事業に採用した。

【農機関係】

刈払機	刈刃を回転させて雑草を刈り取る機械の一種。エンジン式とモータ式があるが、前者が主流である。刈刃には、2枚刃、3枚刃、4枚刃、8枚刃、のこ刃などの単一金属製刈刃や、刃の先端に超硬金属のチップを接合したチップソー、非金属製のものではナイロンコードなどがある。
手鋸(てのこ)	手動ののこぎり。
トラクター	耕耘、施肥、播種、管理、運搬等を行なう作業機を装着して牽引作業や駆動作業を行なうために使用される車両。アタッチメントにより耕耘(ロータリー)、畝立て・マルチ、肥料散布(マニユアスプレッダー)など多様な機能があるが、本事業では主にロータリーとして使用した。
三角ホー	長めの柄に三角形の刃が付いた農具。雑草を刈り取ったり、地面を掘り起こしたりするのに使用する。
移植小手(こて)	野菜や草花を移植するのに使う小型のシャベル。
クリーンシーダー (人力播種機)	手押し式のロール播種機で、種子を入れるホッパーの下に設置するロールにより株間を変えることができる。本事業では1条植タイプのAP-1/AP-2を使用した。
ハンマーナイフモア	緑肥などの背丈の高い草や硬い草を細かく粉碎してほ場にすき込みやすくする。本事業では手押し式を使用した。
マルチャー	うねの整形からマルチ展張までを一連の作業として行う機械。本事業では管理機に取り付けるタイプを使用した。本タイプは、管理機*を後進させながらマルチを展張することができ、小回りが利く。
*管理機	乗用型と手押しの歩行型があり、耕うんだけでなく多様な管理作業を行うことができる。専用作業機だけでなく、アタッチメントと呼ばれる各種の作業機を装着すれば、畝立てや中耕、整地、除草、播種、マルチ張り、農薬散布、収穫作業など、ほとんどの農作業に活用できる。
マルチ	植物の成長を助けるために土壌の表面に敷く材料。主に、土壌水分の蒸発抑制、地温を安定、雑草生育の抑制等の目的で使用される。ビニル、腐葉土、麦わらなどが用いられる。

【管 理】

追い撒き	追加して播種すること。
かん水	植物に水を供給すること。通常、ポット栽培をした植物などに水を供給する場合などのように、小規模に水を供給するときに灌水という表現を用い、大規模な圃場に水を供給するときは灌漑という表現を用いるのが一般的。
太陽熱養生処理	太陽熱土壌消毒、陽熱消毒。太陽エネルギーで地温を上げ、土壌中の有害微生物の駆除を図る消毒法。処理に長期間を要する。通常圃場を耕起した後に小畝をたて、農業用ビニル等で被覆し、十分な水（圃場容水量の60%を目途）を与えておく。処理前におがくず、稲わら、牛糞などの有機物を投入したり、石灰窒素を与えておく、防除効果はより安定する。日本の気象条件では実施時期が夏季に限定されるうえ、北日本や高標高地では適用しにくい。冷夏年や天候不順時などでその効果が安定しないことが問題とされる。太陽熱土壌消毒を施肥、耕起、作畦などの終了後に実施する「宮崎方式」は、消毒終了後は改めて耕起作業を行わず、そのまま定植することにより消毒効果が十分にいきわたっていない下層土の耕土層への混入を防ぐことができ、防除効果を高めることができる。
播種	作物の種をまくこと。種まき。

〈引用・参考〉

ルーラル電子図書館

土壌肥料用語辞典(藤原俊六郎ら)

雪印種苗株式会社 HP

タキイ種苗株式会社 HP

株式会社クボタ HP

ヤンマーホールディングス株式会社 HP

アグリテクノサーチ株式会社 HP

<https://www.weblio.jp/>

MaruHanaファーム

到着日		EC (mS/cm)	pH	NH ₄ -N (mg/100g)	NO ₃ -N (mg/100g)	P ₂ O ₅ (mg/100g)	CaO (mg/100g)	MgO (mg/100g)	K ₂ O (mg/100g)	CEC (meq/100g)	石灰飽和度 (%)	苦土飽和度 (%)	加里飽和度 (%)	塩基飽和度 (%)	リン吸 (mg/100g)	可給態 N (mg/100g)
2022	8/10	0.08	6.3	0.5	1.7	20	328	60	114		51	13	11	75		2.0
	9/17	0.05	6.1		0.3	10	327	61	106		51	13	10	74		3.0
	11/2	0.05	6.5	1.1	0.3	12	272	52	88	22.8	43	11	8	62	1770	3.3
2023	3/2	0.07	6.3	0.8	0.2	17	314	61	108	27.7	49	13	10	72	1680	3.7
	5/1	0.09	6.1	1.0	1.4	20	305	67	115	28.3	48	14	11	73	1703	5.7
	7/14	0.21	5.6	0.9	8.7	17	279	61	115	29.8	44	13	11	68	1697	3.5
	8/7	0.42	5.5	9.9	18.3	13	272	61	112	31.2	43	13	10	66	1748	2.7
	12/14	0.11	5.7	2.2	3.1	14	270	60	100	24.0	39	12	9	61	1690	3.9
基準値							258～322	46～70	22～43		40～50	10～15	2～4	52～69		

到着日		全炭素 (g/100g)	全窒素 (g/100g)	CN比	腐植 (%)	SiO ₂ (mg/100g)	Mn (mg/kg)	可給態鉄 (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	B (mg/kg)	糸状菌 (CFU/g)	放線菌 (CFU/g)	一般細菌 (CFU/g)	総数 (CFU/g)	BF値 (mg/100g)
2022	8/10	2.2	0.2	12.0		87	2.9	64	2.7	4.9	0.3	4.0E+03	6.3E+06	4.5E+06	1.1E+07	2700
	9/17	2.8	0.3	11.2		90	1.3	84	2.2	4.3	0.2	2.4E+04	1.1E+07	2.4E+07	3.5E+07	1500
	11/2	3.1	0.3	10.6	3.9	79	2.4	131	2.3	4.9	0.1	1.8E+04	1.3E+07	3.4E+07	4.7E+07	2600
2023	3/2	3.0	0.3	10.9	4.1	86	4.9	94	2.2	4.6	0.3	1.0E+04	1.5E+07	7.4E+07	9.0E+07	8600
	5/1	3.9	0.4	9.7	4.2	102	4.8	82	2.0	5.0	0.5	1.2E+04	2.3E+07	1.4E+08	1.7E+08	14000
	7/14	3.8	0.4	9.3	5.0	74	4.8	98	2.1	6.0	0.1	1.3E+04	1.6E+07	2.0E+07	3.6E+07	2700
	8/7	3.6	0.4	9.1	4.6	62	21.4	103	2.3	5.0	0.2	9.0E+02	3.3E+06	2.3E+06	5.6E+06	6100
	12/14	3.6	0.4	9.6	4.2	69	5.7	120	2.1	4.7	0.2	1.1.E+04	6.6.E+06	5.0.E+06	1.2.E+07	1100
基準値		>3000	>300	10～12	>5		5～50	8～100	0.5～8	2～40	0.5～2				>3000万	>3000

天道虫

到着日		EC (mS/cm)	pH	NH ₄ -N (mg/100g)	NO ₃ -N (mg/100g)	P ₂ O ₅ (mg/100g)	CaO (mg/100g)	MgO (mg/100g)	K ₂ O (mg/100g)	CEC (meq/100g)	石灰飽和度 (%)	苦土飽和度 (%)	加里飽和度 (%)	塩基飽和度 (%)	リン吸 (mg/100g)	可給態 N (mg/100g)
2022	8/10	0.03	6.3	0.3	0.4	57	184	43	84		29	9	8	47		1.4
	9/17	0.02	6.1		0.5	35	292	72	90		46	16	8	71		1.9
	11/2	0.02	6.2	1.3	0.0	38	175	39	67	22.5	28	9	6	43	1450	1.5
2023	3/2	0.03	6.1	0.9	0.1	43	174	42	78	23.9	28	9	7	44	1308	2.2
	5/1	0.05	5.9	1.1	1.6	45	224	60	102	26.8	36	13	10	58	1390	3.7
	7/14	0.14	5.2	0.9	5.5	56	154	32	70	26.6	24	7	7	38	1184	2.1
	8/7	0.23	5.1	3.4	9.9	49	176	39	74	22.9	28	8	7	43	1262	1.8
	12/14	0.04	5.6	2.2	0.6	45	160	36	66	21.0	27	9	7	42	1160	3.1
基準値							258～322	46～70	22～43		40～50	10～15	2～4	52～69		

到着日		全炭素 (g/100g)	全窒素 (g/100g)	CN比	腐植 (%)	SiO ₂ (mg/100g)	Mn (mg/kg)	可給態鉄 (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	B (mg/kg)	糸状菌 (CFU/g)	放線菌 (CFU/g)	一般細菌 (CFU/g)	総数 (CFU/g)	BF値 (mg/100g)
2022	8/10	1.8	0.1	13.4		56	2.0	74	3.6	3.9	0.2	2.1E+03	2.8E+06	2.5E+06	5.3E+06	2500
	9/17	2.2	0.2	13.0		66	1.1	111	3.3	3.7	0.1	7.2E+03	3.3E+06	9.9E+06	1.3E+07	1800
	11/2	2.0	0.2	12.5	5.3	51	1.2	146	3.6	3.5	0.1	5.8E+03	3.4E+06	6.6E+06	1.0E+07	1700
2023	3/2	2.2	0.2	12.3	5.6	48	2.1	121	2.9	2.9	0.0	7.8E+03	6.1E+06	5.7E+07	6.3E+07	8100
	5/1	2.8	0.2	11.2	5.8	60	2.3	111	3.1	4.6	0.3	1.1E+04	1.1E+07	1.1E+08	1.2E+08	11000
	7/14	2.7	0.3	10.5	6.0	32	2.6	117	3.7	5.5	<0.1	1.0E+04	1.6E+07	1.9E+07	3.5E+07	3400
	8/7	2.5	0.3	10.1	6.0	32	7.3	117	3.5	4.6	0.2	1.6E+03	3.6E+06	1.1E+06	4.7E+06	2800
	12/14	3.0	0.3	10.2	5.8	33	2.7	130	3.5	4.4	1.8	1.1E+04	6.3E+06	4.2E+06	1.1E+07	980
基準値		>3000	>300	10～12	>5		5～50	8～100	0.5～8	2～40	0.5～2				>3000万	>3000

付録

実証期間の全土壌データ

楽菜ファーム

到着日		EC (mS/cm)	pH	NH ₄ -N (mg/100g)	NO ₃ -N (mg/100g)	P ₂ O ₅ (mg/100g)	CaO (mg/100g)	MgO (mg/100g)	K ₂ O (mg/100g)	CEC (meq/100g)	石灰飽和度 (%)	苦土飽和度 (%)	加里飽和度 (%)	塩基飽和度 (%)	リン吸 (mg/100g)	可給態 N (mg/100g)
2022	8/10	0.09	5.4	0.6	3.5	108	230	13	42		32	3	3	38		3.9
	9/17	0.04	5.8		0.1	64	221	17	41		31	3	3	37		4.7
	11/2	0.04	5.7	1.0	0.6	62	205	18	31	25.8	28	3	3	34	1370	4.4
2023	3/2	0.06	5.7	0.8	0.8	73	205	18	52	27.5	28	4	4	36	1275	5.8
	5/1	0.09	5.5	0.6	2.8	75	210	19	61	26.4	29	4	5	38	1290	6.1
	7/14	0.15	5.2	0.6	5.9	86	230	22	57	29.0	32	4	5	41	1223	3.9
	8/7	0.25	5.1	6.6	10.5	100	236	23	56	29.2	33	4	5	42	1286	3.5
	12/14	0.20	5.1	3.0	9.5	70	210	26	54	22.0	34	6	5	45	1170	4.8
基準値							258～322	46～70	22～43		40～50	10～15	2～4	52～69		

到着日		全炭素 (g/100g)	全窒素 (g/100g)	CN比	腐植 (%)	SiO ₂ (mg/100g)	Mn (mg/kg)	可給態鉄 (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	B (mg/kg)	糸状菌 (CFU/g)	放線菌 (CFU/g)	一般細菌 (CFU/g)	総数 (CFU/g)	BF値 (mg/100g)
2022	8/10	3.9	0.3	12.6		31	2.2	45	2.8	22.1	0.3	4.3E+02	1.7E+06	1.0E+06	2.8E+06	6500
	9/17	5.5	0.5	11.7		35	1.3	51	2.2	21.0	0.3	3.6E+04	2.2E+07	1.9E+07	4.2E+07	1200
	11/2	5.2	0.4	11.5	7.6	26	1.2	76	2.6	18.3	0.3	2.2E+04	3.4E+07	2.9E+07	6.3E+07	2900
2023	3/2	5.3	0.5	11.6	8.2	32	1.7	76	2.4	17.6	0.3	2.6E+04	3.3E+07	4.4E+07	7.6E+07	3000
	5/1	5.4	0.5	11.5	7.8	33	1.5	65	2.6	17.6	0.3	1.8E+04	2.6E+07	8.6E+07	1.1E+08	6100
	7/14	5.5	0.5	11.2	8.8	28	2.6	61	2.4	28.1	0.3	1.8E+04	1.1E+07	1.1E+07	2.2E+07	1200
	8/7	5.2	0.5	11.2	8.4	28	13.6	68	2.5	25.8	0.5	3.8E+03	3.9E+06	2.3E+06	6.2E+06	1600
	12/14	5.3	0.5	10.9	8.0	29	6.5	79	2.7	21.0	0.5	4.6.E+03	4.3.E+06	4.6.E+06	8.9.E+06	1900
基準値		>3000	>300	10～12	>5		5～50	8～100	0.5～8	2～40	0.5～2				>3000万	>3000

付録

実証期間の全土壌データ

私農高唱

到着日		EC (mS/cm)	pH	NH ₄ -N (mg/100g)	NO ₃ -N (mg/100g)	P ₂ O ₅ (mg/100g)	CaO (mg/100g)	MgO (mg/100g)	K ₂ O (mg/100g)	CEC (meq/100g)	石灰飽和度 (%)	苦土飽和度 (%)	加里飽和度 (%)	塩基飽和度 (%)	リン吸 (mg/100g)	可給態 N (mg/100g)
2022	8/10	0.08	6.6	0.3	2.2	148	514	57	44		66	10	3	79		3.3
	9/17	0.07	6.4		1.0	97	497	65	54		64	12	4	79		5.5
	11/2	0.06	6.3	1.2	1.1	112	413	55	39	27.8	53	10	3	66	1440	5.1
2023	3/2	0.07	6.4	0.8	0.5	115	416	59	55	27.2	53	11	4	68	1333	6.3
	5/1	0.14	6.1	0.9	5.2	118	393	61	65	30.3	50	11	5	66	1268	7.9
	7/14	0.24	5.8	0.8	9.4	127	384	50	52	28.3	49	9	4	62	1149	4.5
	8/7	0.33	5.7	3.5	14.2	124	366	50	50	28.5	47	9	4	60	1243	3.9
	12/14	0.16	5.8	1.2	6.7	100	390	55	43	25.0	56	11	4	71	1080	5.2
基準値							258～322	46～70	22～43		40～50	10～15	2～4	52～69		

到着日		全炭素 (g/100g)	全窒素 (g/100g)	CN比	腐植 (%)	SiO ₂ (mg/100g)	Mn (mg/kg)	可給態鉄 (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	B (mg/kg)	糸状菌 (CFU/g)	放線菌 (CFU/g)	一般細菌 (CFU/g)	総数 (CFU/g)	BF値 (mg/100g)
2022	8/10	4.3	0.3	13.4		52	0.6	23	1.4	14.7	0.4	1.3E+03	5.7E+06	6.2E+06	1.2E+07	9100
	9/17	5.8	0.5	12.5		53	0.6	33	1.3	14.7	0.4	3.9E+03	7.7E+06	5.5E+07	6.3E+07	16000
	11/2	5.7	0.5	11.7	6.6	42	0.5	47	1.5	18.9	0.3	4.5E+03	1.2E+07	4.6E+07	5.8E+07	13000
2023	3/2	6.1	0.5	11.5	7.0	48	0.8	42	1.2	14.0	0.4	8.8E+03	9.3E+06	6.4E+07	7.3E+07	8300
	5/1	6.6	0.6	10.8	7.1	50	1.5	38	1.6	14.1	0.7	2.8E+04	1.4E+07	5.4E+07	6.7E+07	2400
	7/14	6.1	0.6	10.7	7.5	38	1.5	35	1.2	17.9	0.2	6.3E+03	1.0E+07	3.6E+07	4.6E+07	7300
	8/7	5.5	0.5	11.0	7.5	39	3.1	41	1.2	14.8	0.4	3.9E+03	6.0E+06	3.2E+06	9.3E+06	2400
	12/14	6.1	0.6	10.9	6.8	40	1.1	51	1.5	14.0	0.6	3.9E+03	9.4E+06	4.1E+06	1.3E+07	3500
基準値		>3000	>300	10～12	>5		5～50	8～100	0.5～8	2～40	0.5～2				>3000万	>3000