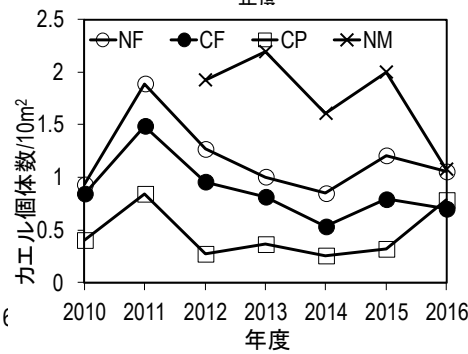
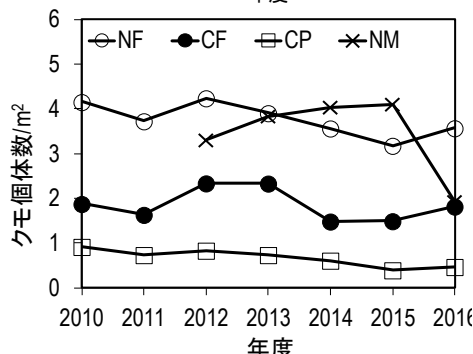
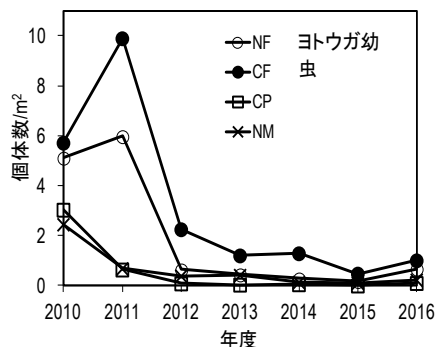
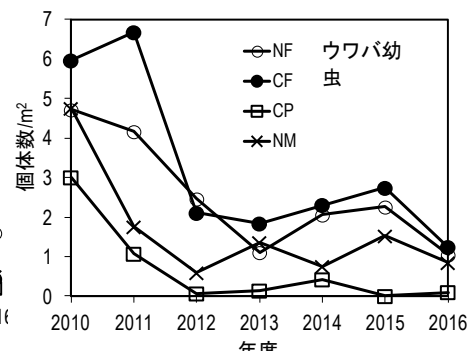
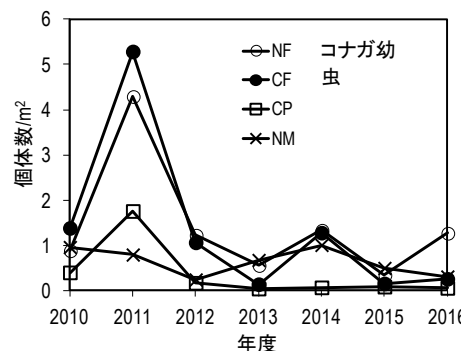
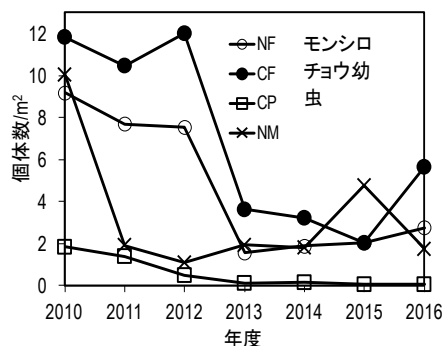


自然農法キャベツ栽培体系の確立～害虫と天敵の密度の解析

有機転換栽培7年目と長期自然農法栽培圃場でキャベツの害虫と天敵の密度の動態的な変化を調査した。

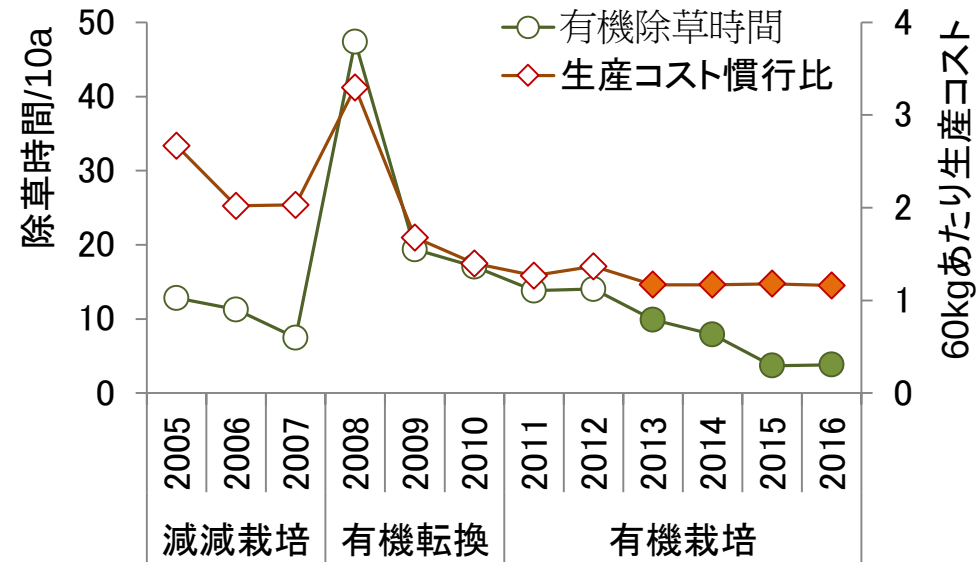
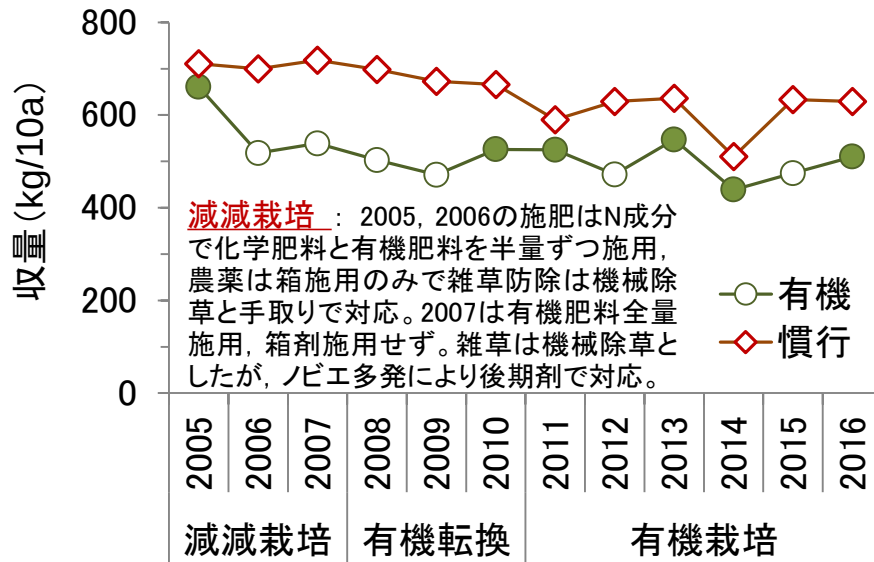
NF(育土7年目)、
CF(化学肥料)、
CP(化肥農薬)
の3処理を
NM(有機転換
16年目の自然
農法モデル区)
と比べた。



裏作に緑肥作物を栽培し、その粗大有機物を還元している有機転換圃場のNF区では、その効用として①ウヅキコモリグモやアマガエルなどの土着天敵が増加し、②モンシロチョウやヨトウガの幼虫が減少した。

水稻の有機栽培は転換期間を経て、5年目で生産が安定

長野県松本市の標高650mに位置する灰色低地土水田にて、隣接慣行圃場と比較した



目標: 隣接慣行田の収量比80%, 60kg生産コスト比120%以下, 除草時間10時間/10a以下とした。

成果: 機械除草を活用した減減栽培でノビエが多発した状態で有機栽培をスタートし, 育土(適切な圃場環境への誘導)の継続より, 収量は有機転換3年目, 60kg生産コスト比と除草時間は有機継続6年目で目標に到達した。(図中の●◇の色塗り部分は目標達成を示す)

有機栽培取り組みの現状

水稻生育に好適な土壤環境が形成されるまでに5年程度の栽培継続が必要な可能性



対応策

1. 少ない面積から広げる
2. 除草剤利用と並行して土づくりを進め, しかる後に有機へ転換

課題

好適土壤環境の成立要因やそこまでのプロセス解明に課題が残る

草生栽培によるトマトの耐病性と果実品質改善

植物はストレスを受けると病気への耐性や品質に関わる遺伝子が活性化される。草生栽培下のトマトは、草との競争で刺激を受け、耐病性が高まり品質の改善効果が確認された。



LMR 草生＋敷草



LM 草生＋敷草なし



NR 草生なし＋敷草



N 草生なし＋敷草なし

収量 (g/株)	2910	2555	3062	2995
アスコルビン酸 (mg/L)	321	318	296	297
硝酸 (mg/L)	10.7	9.6	11.1	11.4
糖 (%)	6.2	6.1	5.9	5.9
輪紋病罹病率 (%)	12.0	13.5	19.4	23.8
アブラムシの寄生 (匹/葉)	1.0	1.0	7.9	6.9
タバコガ被害率 (%)	6.5	5.8	10.3	11.7

収量: 敷草をした区 (LMRとNR) の収量が高まった。

耐病性: 草生区 (LMRとLM) で輪紋病罹病率と虫害が軽減した。

品質: 草生区はアスコルビン酸が5～10%増加、硝酸は10%減少、糖は3～13%増加した。

「小布施丸ナス」を改良し固定種を育成

長野県小布施町の在来品種である「小布施丸ナス」の交雑株から草生栽培環境下でも生育が旺盛で果実の色が濃い丸ナスの育成を完了した。今後、採種生産を行い、頒布準備を進める。

選抜した丸ナス



果実の形状



上段: 市販品種
下段: 選抜系

品種	草姿	草勢		側枝	節間長	葉枯れ	果形	果皮色
		7/25	9/6					
市販	開帳	3~4	3	4	2	3	巾着	濃紫
選抜系	半立	4	4	4	3	3	丸	黒紫

※草勢1(弱)~5(強)、側枝の発生1(少)~5(多)、枯れ上がり1(弱)~5(強) (調査日9/6)

長卵形ナス「黒小町」を頒布開始

高温期の色あせが少なく、強勢で着果性に優れた露地栽培向き長卵形ナスを育成し、2017年1月より自然農法交配「黒小町」として頒布を開始した。

特性

- 高温期の果皮の退色が「紫御前」に比べ少ない
- 節間長は「とげなし千両2号」に同程度だが、第1花着生節位が高い
- 果形は長卵形で果皮のツヤがよい



図1 「黒小町」

表1 各品種の収量及び特性

品種系統名	可販果収量(株当たり)					退色果割合	果形	果皮色	果揃い	草丈(cm)	節間長(cm)	茎径(cm)
	果数(個)	標準対比	重さ(kg)	標準対比	平均果重(g)							
黒小町	17.2	110	1.70	129	99.1	0.6	短卵～長卵	濃紫～黒紫	4	65.2	12.8	1.76
紫御前	15.6	100	1.33	100	85.0	1.2	長卵～中長	濃紫～黒紫	3	70.0	11.6	1.52
とげなし千両2号	12.4	79	1.16	87	93.5	0.4	長卵	黒紫	5	64.6	12.5	1.36

※当センター育成圃場での栽培結果

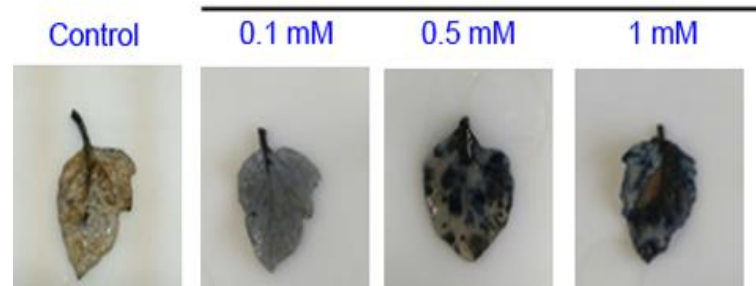
※果形(中長、長卵、短卵)、果皮色(紫、濃紫、黒紫)、果揃い1(悪)～5(良)

外部試作の結果、可販果収量は「黒小町」の方が「紫御前」に比べ高い傾向にありました。退色果は「黒小町」の方が少ない傾向にありました。

サリチル酸処理がトマトの全身獲得耐病性を増強した

植物は厳しい環境に遭遇すると植物ホルモンのサリチル酸(SA)を合成し、全身獲得抵抗性(SAR)に関する遺伝子を発現させる。本研究では耐病性のメカニズムを知るため、SAの葉面散布がトマト耐病性の誘発の有無と、SARの形成に関わる遺伝子の発現を確認した。

SA濃度



SA散布による活性酸素の蓄積(青色が深いほど活性酸素が多い)



発病状況(左: 対照、中: SA散布、右: SA散布した小葉)

SA処理による各遺伝子の発現量の比較

遺伝子の特徴	略称	ポット							ハウス
		発現程度(対照比)							
		7月7日			7月7日			8月15日	
		SA濃度(mM)			SA濃度(mM)			SA濃度(mM)	
		0.10	0.50	1.00	0.10	0.50	1.00	0.50	
感染特異的タンパク質	PR1	+	+	+	+	+	+	+	
	NIM1	+	+	+	ns	+	+	+	
SA合成-フェニルアラニンを前駆体とする	PAL	ns	+	+	+	+	+	+	
SA合成-イソコリスミ酸を前駆体とする	ICS	-	-	-	-	-	-	ns	
エチレン応答性転写因子	ERF3	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
ディフェンシン蛋白質前駆体	γ-thionin	+	+	+	ns	+	ns	ns	
ストレス応答	DREB1	ns	ns	ns	ns	ns	ns	+	
	DREB2	+	ns	+	ns	ns	ns	ns	
	DREB3	ns	ns	ns	+	+	+	ns	
根こぶ線虫耐性を付与	Mi1.1	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	

+ : 遺伝子の発現を促進傾向、- : 発現を抑制、ns.: 過剰発現と発現抑制傾向なし

① SA散布によるトマト葉の発病指数が対照より約60%減少した。② 病斑周囲の細胞枯死に関わる活性酸素の濃度が増加した。③ 対照に比べ、感染特異的タンパク質PR1とPR1の調節物質NIM1、ディフェンシン蛋白質前駆体遺伝子γ-thioninおよびSAの生合成に関与するPAL遺伝子が著しく過剰発現した。DREBs転写因子には、DREB3の過剰発現がみられた。これらの遺伝子の活躍は、SAの誘発効果であると考えられる。

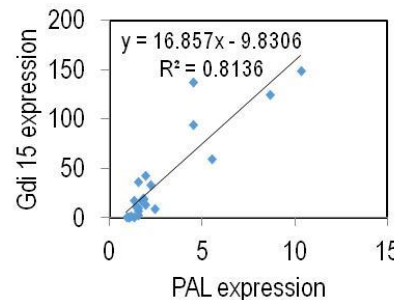
シグナル伝達と早生原理の植物生産における応用- ブルーライト刺激がストレス応答遺伝子PALとGdi15の発現を誘発した

ブルーライトで植物を刺激するとストレス応答機作が誘発される。本試験で落花生の胚軸に光を照射し全身獲得抵抗性(SAR-systemic acquired resistance)に関わるサリチル酸代謝とPAL (Phenylalanine ammonia-lyase) 遺伝子発現を介するアントシアニン合成との関係を確認した。

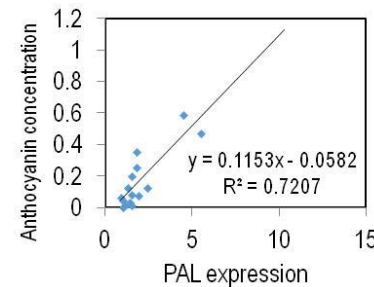
背景: 全身獲得抵抗性の一つとして、強光と寒冷から細胞の障害を防ぐ際にアントシアニンを合成する。この合成にはPALとGdi15遺伝子が関与することが分かっている。

表 露光処理16時間後の遺伝子発現とアントシアニンおよびサリチル酸の生成量

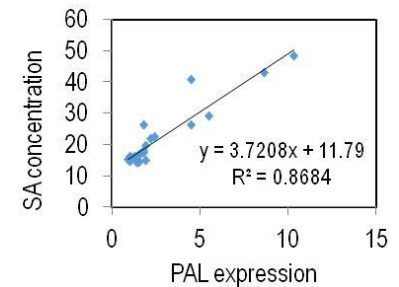
処理	Gdi15	PAL	アントシアニン	サリチル酸
ブルーライト	137.1	10.3	0.589	48.3
白色光	36.3	2.2	0.259	22.0



PALとGdiの相関



PALとアントシアニンの相関



PALとサリチル酸の相関

白色光に比べブルーライトではストレス応答遺伝子(PAL, Gdi15)が過剰発現し、サリチル酸とアントシアニンの合成量が増加し、落花生の生育が回復した。適度に植物に刺激を与えると、ストレス応答と耐病性増強に関わる遺伝子の発現を誘発し、植物を強健にすることがわかった。

ワックスレス品種「YR優緑」は虫害が少なく自然農法向に有力

虫害が少ない秋どりキャベツ品種を選定するため27品種を比較栽培したところ、“外葉・球共に全くワックス(ろう質)が出ないためアオムシの食害を受けない特性を有する”とされる「YR優緑」(丸種株式会社)の虫害が極めて少なかった。

品種名	早晚性 ※1	発芽率 (%)	8/15	9/15調査※3			収穫期調査		
			虫害 指数 ※2	結球部 虫害	病害	球揃い (%)	外葉虫害 指数※2	結球部虫害 指数※2	食味 評価※4
YR優緑	中生	82	1.0	4	0	98%	1.3	1.1	+
自農育成系統A	中生	86	2.0	13	3	90%	2.4	1.6	未調査
信州868	早生	94	3.0	7	1	98%	2.1	1.8	+
若峰	早生	97	2.5	18	1	96%	2.6	2.0	-
味王	中生	96	2.5	22	0	81%	2.2	2.0	-
ヤヒコA号	早生	95	2.5	18	2	92%	2.8	2.2	-
初秋	早生	100	2.5	14	4	100%	2.3	2.3	対照
自農育成系統B	—	66	2.0	15	1	77%	2.9	2.3	-
ヒット甘藍	早生	95	2.5	19	5	88%	2.7	2.4	-
グリーンボール	極早生	99	2.5	28	6	90%	2.5	2.4	-
ベスト	早生	98	3.0	8	10	92%	2.6	2.5	-
岳陽	中生	99	3.0	15	0	83%	2.7	2.6	-
MKS-C183	早生	99	2.0	21	0	88%	2.7	2.6	-
早生蘭宝つばさ	中早生	99	2.0	22	6	96%	2.9	2.6	-
初恋	早生	100	3.0	23	6	92%	3.5	2.6	+
おかわりキャベツ	早生	96	2.5	34	3	92%	3.0	2.6	+
おきな	中早生	94	3.0	14	1	83%	3.0	2.7	-
YRしぶき2号	早生	94	2.0	16	4	92%	2.9	2.7	-
輝	中早生	97	2.0	17	12	92%	2.9	2.7	+
コールサワー	中生	94	3.0	12	1	81%	2.8	2.8	-
YRSE	早生	67	2.0	16	3	81%	3.1	2.8	-
YR沖峰	早生	99	3.0	18	1	96%	3.5	2.9	-
金系201号	中早生	92	4.0	26	0	85%	3.3	2.9	-
青琳	中早生	100	1.5	20	2	96%	2.8	3.0	-
新藍	中早生	100	2.0	30	7	88%	3.1	3.0	-
あじみどり甘藍	中生	95	3.0	19	1	90%	3.5	3.1	-
輝吉	中早生	85	2.0	36	4	90%	3.2	3.1	-

※最良値: 緑、最悪値: 赤、の相対グラデーション

農業試験場内圃場 (松本市波田・標高695m) における2016年の栽培結果

6/28播種、7/9発芽率調査、7/12
元肥施用(ボカシ肥料8kgN/10a)、
7/25定植、8/2追肥施用(同
4kgN/10a)、9/10～10/4収穫期各
種調査

- ※1 調査日と結球重、結球緊度、カタログ記載情報などを参考に当地におけるものを予想
- ※2 各個体の被害面積を0～4の5段階で評価した平均値 0:0%、1:0～10%、2:10～25%、3:25～50%、4:50～100%
- ※3 32個体調査による該当個体数
- ※4 ブラインドテストで対照品種「初秋」より高評価が+、低評価がー

自然農法キャベツ栽培体系の確立～土壌微生物の解析

土壌微生物は酵素などを生成して有機物を分解し土壌の改善に寄与し、また微生物が多様に存在することによって病原菌は抑えられる。そこで本研究は、次世代シーケンス法により有機転換圃場(NF:育土区)と自然農法継続圃場(NM)の土壌微生物の特徴を慣行栽培管理圃場(CF:化学肥料区, CP:化肥農薬区)と比較して解析した。

操作的分類群(OTU):

ある一定以上の類似性を持つ遺伝子塩基配列同士を一つの菌種のように扱う操作上の分類単位。

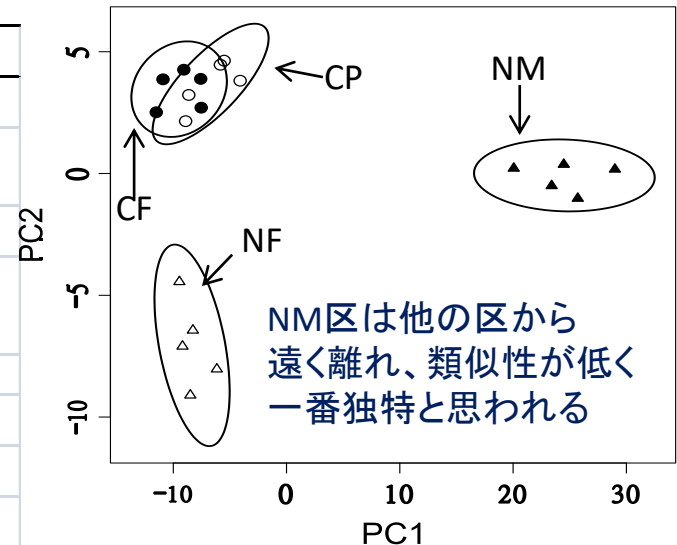
ACE (Abundance-based

Coverage Estimator): 種数の推定量として現在よく使われている方法。

Chao1: 土壌中の生物種数を推測する方法の一つ。

土壌微生物多様性の解析結果

	CP	CF	NF	NM
Reads (有効なシーケンス数)	32966	31229	32889	34345
各区OTU数 (operational taxonomic unit)	4232	3986	3979	3639
総OTU数	5494			
各区が共有するOTU数 (総OTU数に占める割合)	1591 (29%)			
各区で特有なOTU数	14	14	48	525
ACE	440.4 b	501.8 b	473.6 b	1092a
Chao1	792.4 b	956.5 b	897.4 b	1653a
1-Simpson	0.86 b	0.86 b	0.86 b	0.99a
Shannon	4.84 b	4.91 b	4.90 b	8.70a

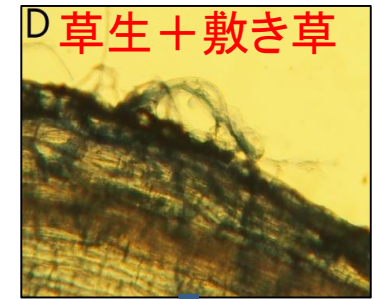
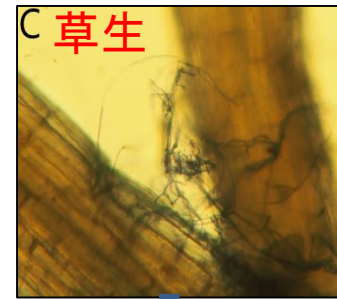
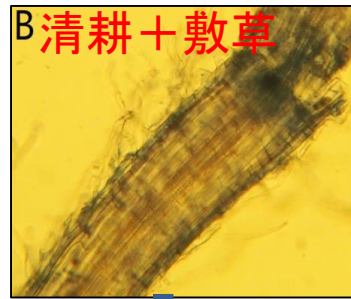
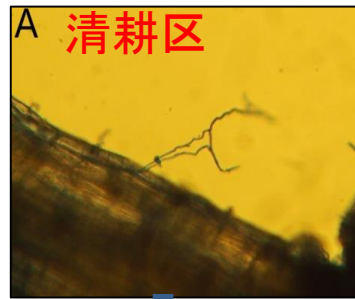


各処理区の土壌微生物類似性

菌叢の多様性は、有機転換圃場より自然農法継続圃場で顕著に高かった。操作的分類群(OTU)はNM区が一番多く、次にNF区となり、CFとCPが低い値を示した。CFとCPは類似度が高いのに対し、NMは類似度が低く独特性が高かった。CP区で多くみられた細菌には病原性細菌(青枯病、軟腐病)が含まれていた。NFでみられた特徴的な細菌の中に病原性防除の効果があるSolibacillusがみられた。NM区では50属の特徴的な細菌が特定され、菌叢の多様性ははるかに高かった。

草生栽培におけるトマト根の菌根菌共生

リビングマルチの根に菌根菌 (AMF) が着生すると、土壌由来の病原体に対する作物の耐性が増加されている。本研究では緑肥草生栽培における緑肥とトマトの根に着生したAMFを調べ、トマトの輪紋病軽減との関係を検討した。

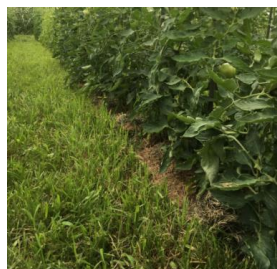


菌根菌の着生	極めて少ない	少ない	多い	極めて多い
輪紋病の発生	23%	20%	14%	12%

菌根菌の着生率は草生区で高まり、敷草をすることでさらに高まった。菌根菌の着生率が高い処理区は輪紋病の発生も軽減していたことから、草生栽培は菌根菌の共生を促し、輪紋病軽減に有効だと考えられた。

草生栽培はトマトのストレス耐性に関する多数の遺伝子群の発現を促進する

植物はストレスに抵抗するための多くの遺伝子を持っている。これらの遺伝子を活性化すれば作物の生産量と品質は向上すると考えられる。そこで本研究は、草生栽培の競争刺激に由来する耐病性発現の仕組みについて分子レベルでの解明を試みた。



LMR 草生＋敷草



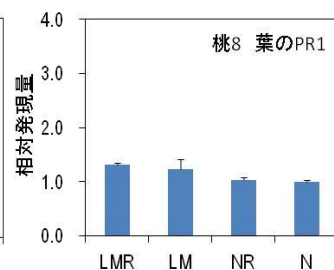
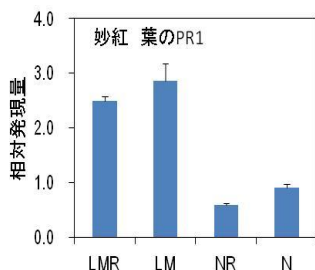
LM 草生＋敷草なし



NR 草生なし＋敷草



N 草生なし＋敷草なし



主な遺伝子の相対発現量

遺伝子の名称と特徴	略称	発現程度(N区比、葉/根)					
		妙紅			桃太郎8		
		LMR	LM	NR	LMR	LM	NR
感染特異的タンパク質遺伝子	PR1	+/ns	+/ns	ns/ns	ns/ns	ns/ns	ns/ns
	P69G	ns/-	ns/-	ns/ns	ns/-	ns/-	+/ns
	NIM1	ns/+	ns/+	ns/ns	ns/ns	ns/ns	+/ns
SA前駆体を合成する酵素(イソコリスミ酸シンターゼ)遺伝子	ICS	ns/+	ns/+	ns/ns	ns/ns	ns/ns	ns/ns
SA前駆体を合成する酵素(フェニアラニンアンモニアリアーゼ)遺伝子	PAL	+/ns	+/ns	ns/ns	ns/ns	ns/ns	ns/ns
エチレン応答性転写因子遺伝子	ERF3	ns/+	ns/ns	ns/ns	ns/ns	ns/ns	ns/ns
ディフェンシン蛋白質前駆体遺伝子	γ-thionin	ns/ns	ns/ns	ns/ns	ns/ns	ns/ns	ns/ns
転写因子遺伝子、乾燥・塩・低温ストレスを緩和するためのさまざまな遺伝子の発現を活性化する	DREB1	+/+	+/+	ns/ns	+/ns	ns/ns	+/ns
	DREB2	ns/+	ns/+	ns/+	+/ns	ns/ns	ns/ns
	DREB3	+/ns	+/ns	ns/ns	ns/ns	ns/ns	ns/ns
転写因子遺伝子、PRタンパク質をコードする多数の遺伝子のプロモーター領域を特異的に認識し結合する	Pti4	+/ns	+/ns	ns/ns	ns/ns	ns/+	ns/ns
	Pti5	ns/+	ns/+	ns/ns	+/ns	ns/ns	+/ns
	Pti6	+/ns	+/ns	ns/ns	ns/ns	ns/ns	ns/ns
根こぶ線虫とジャガイモのアブラムシの3種に耐性を付与する遺伝子	Mi1.1	ns/ns	ns/ns	ns/ns	ns/ns	ns/ns	ns/ns
硝酸還元酵素遺伝子	NR	+/ns	+/ns	ns/ns	+/ns	+/ns	ns/ns

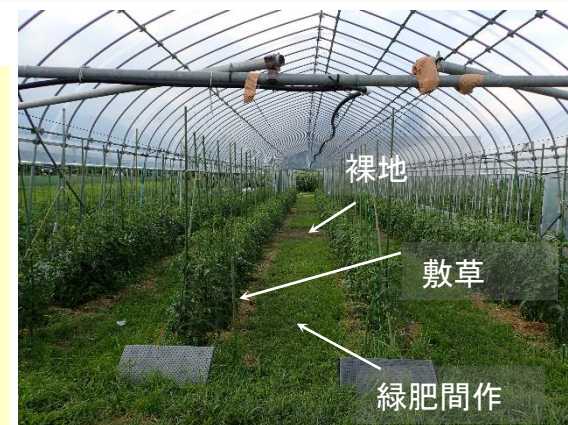
+: 遺伝子の発現を促進傾向、 -: 発現を抑制、 ns.: 発現傾向なし

草生区(LMRとLM)のトマトの葉と根では、草生なし区(NRとN)より耐病性に関する多数の遺伝子の発現が高まった。財団育成品種の妙紅は、市販の桃太郎8よりも草生からの刺激に対しより敏感に反応した。

緑肥間作と敷草の土壌環境改良効果

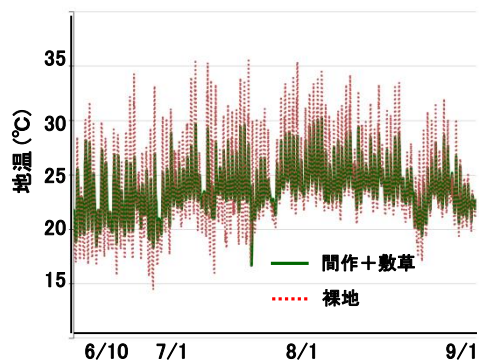
緑肥間作を取り入れたトマト栽培を行った。
緑肥は適宜に刈ってトマトの株周辺に敷いた。

緑肥を間作して、それを適宜刈り敷いた土壌(間作＋敷草区)はそれをしなかった土壌(裸地区)に比べて次の特徴が見えた。



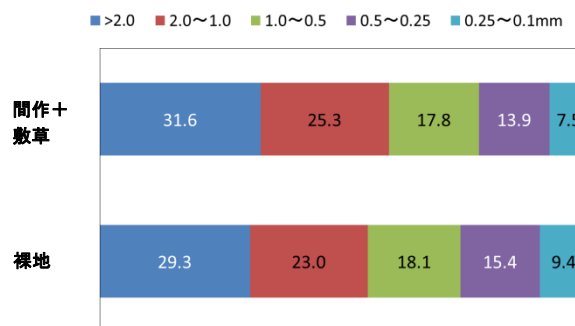
①地温の変動が小さい

間作＋敷草区の地温は裸地区より最高値が低く、最低値は高く、温度の変動が小さかった。



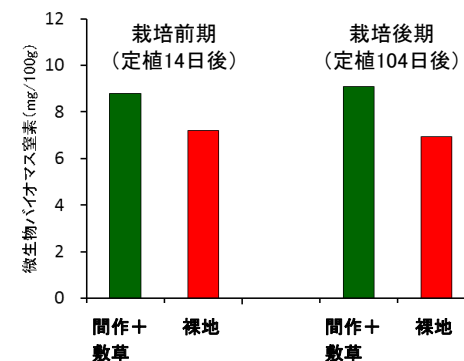
②土壌の団粒化が進む

1mm以上の団粒の割合は、間作＋敷草区が裸地区より約1割高まった。



③微生物バイオマス窒素が増える

微生物バイオマス窒素は、間作＋敷草区が裸地区より2割～3割高まった。



トマトの育成品種「紅匂」「妙紅」は「桃太郎8」より自然農法向き

自然農法センター育成品種の「^{こうしゅん}紅匂」および「^{みょうこう}妙紅」を市販品種「桃太郎8」を簡易雨よけ栽培で比較栽培した。両育成品種とも可販量で「桃太郎8」を上回り、食味も優れていた。



	紅匂	妙紅	桃太郎 8
可販量比 桃太郎8を100としたとき	126	120	100

※上表は平成28年度単年度成績のデータに基づく

研修生をパネラーとした食味調査で育成の2品種は「桃太郎8」より良食味という評価であった