

微生物と有機物を活用し、収量アップする 土作り・堆肥作り

薬用シャクヤクを事例に

つくば牡丹園園長 つくば薬草研究所所長

農林水産省「知」の集積と活用場 土壌作りプラットフォーム
土壌改良による農産品の品質向上と収量増加に関する

研究開発プラットフォーム プロデューサー

微生物活用によるイノベーション創生研究コンソシアム 技術研究員
サラブレッド堆肥エコシステムプロジェクト産学官連携 プロデューサー

土職人 関 浩一 博士(農学)

- **会社名 株式会社リーフ LEAF (Life Earth Agriculture Future)**
- **本社 茨城県つくば市若栗500**
- **東京事務所 東京都千代田区丸の内2-2-2 丸の内三井ビル6F**
- **代表者 代表取締役社長 成影 善生**
- **事業内容 「つくば牡丹園」の運営 <https://jp.peonygardenkyo.com/>**
- **自然の里山で、牡丹・芍薬合わせて6万株（日本一：当社調べ）農薬不使用で管理土壌改良事業**
完熟サラブレッド堆肥「サラブレッドみほ」の製造・販売等
土壌改良診断、堆肥短期製造（特許第6427823号）各種コンサルティング
- **農林水産省・産学官連携協議会「知」の集積と活用において**
「土壌改良による農産品の品質向上と収量増加に関する研究開発プラットフォーム」運営
- **サラブレッド堆肥エコシステムプロジェクト研究コンソーシアム**
- **微生物活用によるイノベーション創生研究コンソーシアム**
- **農作物生産（メロン・さつまいも・トウモロコシ・トマト・莖レタス・ニンニク・玉ねぎ等）**

はじめに

土作り

堆肥づくり

生態学的土作り

- 今まで、土壌の組成や科学的プロセスに焦点
- これからは、どのような管理方法が土壌をどのように変えるか
現場で行う土壌管理は施肥による科学的な改善だけでなく、
耕耘、カバークロープ、堆肥施肥など土壌内の有機物の役割とその
動態に大きな影響を与える土作り
上記の、いくつかの農業管理手法の導入によって土壌有機物を回
復させ、高い生産性を持つ土壌に復元するプロセス

土壌の健康

- 病害に対する抵抗力のある土壌 結果
- 土壌が生態内で果たす役割を維持向上させる 持続化
- 土壌の健康を維持させるには
営農を通じて、土壌有機物が向上するプロセスを作る
土壌有機物が微生物や土壌動物とどのように連鎖し、
土壌炭素の分解と蓄積にどのように影響を及ぼすか。

リーフの取り組み

- **有機物と微生物の重要性**

有機物施用をすることで、土壌中の微生物バイオマス量を増加させる。

- **微生物叢**（放線菌、細菌等 13兆/g サラブレットみほ堆肥スーパープレミアム）

単独の「種」としてではなく、常に他の種と相互作用を保たせ、お互いに共有させる。

- **有機物・微生物叢としてのコンポスト製造および投与**

- ・コンポストの製造には、多種類の微生物を関与させる。微生物は栄養源を菌体の外から摂取して発育増殖しているのので好きな餌をタイミングを計らい与えている。（代謝エネルギー）。

- ・微生物叢の拮抗菌（バチルス、シュードモナス、ストレプトマイセス、トリコデルマ）により病原菌の増殖を防ぎ、疾病の予防または治癒や連作障害の回避も可能となり、圃場の持続可能栽培に繋がると考えている（クオラム センシングの阻害を意識）。

有機物・微生物コミュニティの投与

- 有機物と微生物コミュニティのバランス良い同時投入により、有機物が微生物コミュニティの働きによって分解され、植物成長に必要な無機物が効果的且つ持続的に供給され腐植やCECの向上など、土壤の生物性・化学性・物理性が、つまり土壤環境が改善されます。
- 微生物コミュニティの細菌および放線菌により病原性糸状菌の増殖を防ぎ、疾病の予防または治癒や連作障害の回避も可能となり、圃場の持続可能栽培に繋がると考えられます。

バイオスペクトラム制御法™ 略称BSC

種菌、最適培養技術、実践的活用技術の組み合わせ、
一連の微生物叢のコントロール技術群を指す。

これまで、皆さんが気づいてきたが、手法がなかった、「土壌や堆肥における
微生物叢が作物の生長や生産に関わる」点を、解決する手法です。

すなわち、微生物叢の組み合わせをゲノムから解析して、

最適の微生物叢を組み合わせ、微生物肥料を作る新しい方法です。

土づくり＝有機物の発酵から土壤微生物叢の増量

真の健康へ

- 「土づくり」とは、結論から言えば土壤中の「有機物」と「微生物叢」を増量させることに尽きる。
- 土壤中の微生物を活性化させる誘導と培養が不可欠である。

我々の身体は、作物でできている。



有機物の投与(堆肥)

土壌病害の回避

土壌病害を防除する方法は、完熟された植物残渣や堆肥などの微生物コミュニティに富んだ有機物を投入すること(Hoitink H, A. J. and Boehm, J, 1999)、コミュニティを特定の方向に制御することが可能と考えられています。

化学肥料

- 化学肥料(無機低分子化合物)を施用した場合、作物への吸収率は高くなるが、作物が利用しきれないものは圃場外へ流失してしまう。
- 土壌微生物の餌である有機物が無いため、微生物コミュニティでの増殖が減少し、微生物が偏向増殖となり土壌の健康バランスが崩れ、土壌および地上部疾病の原因に繋がる。

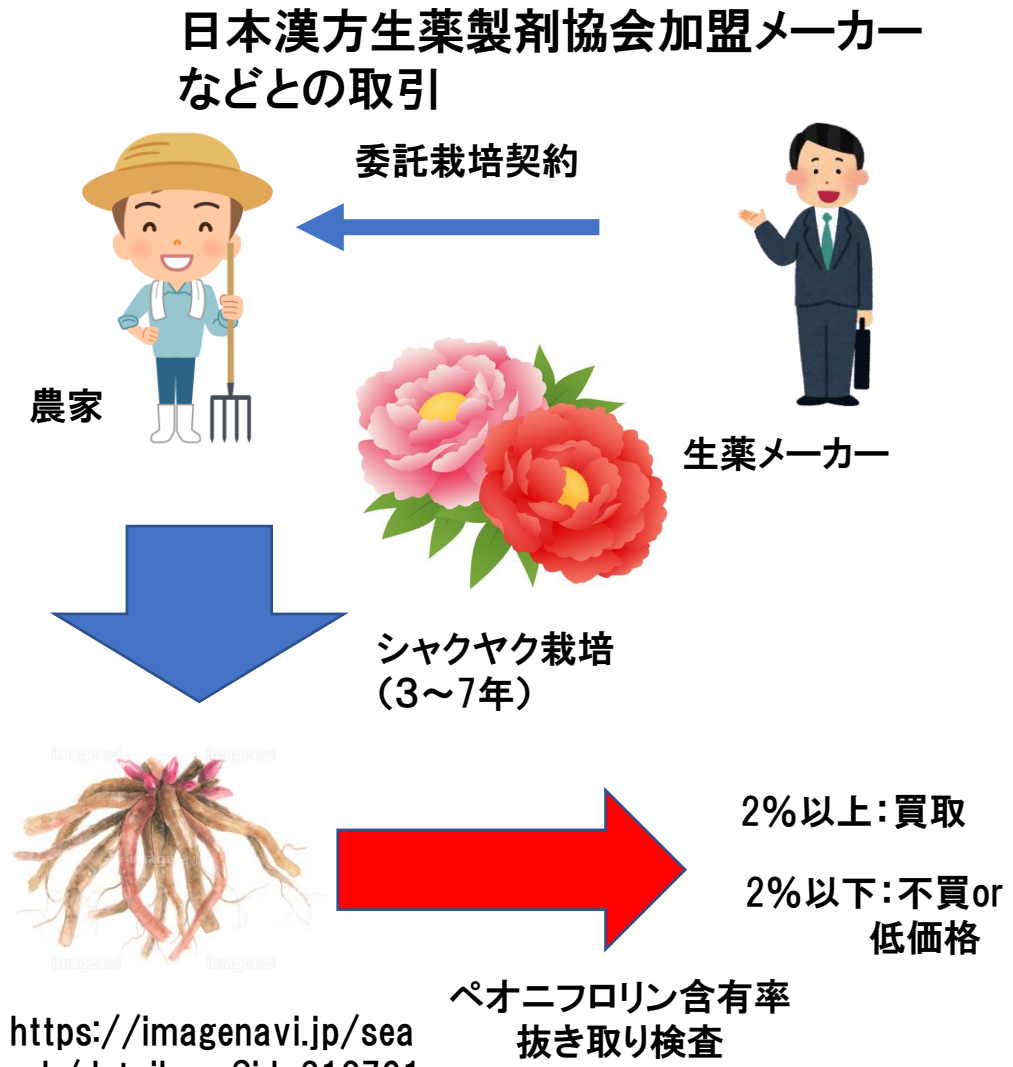
化学農薬

- 病気が発生した場合の特効薬では効果的
ただし、化学農薬を使用し続けた場合？
- 使用農薬は厳しく制限されているが耐性菌の発現
など、その他、少なくとも疑問がのこる

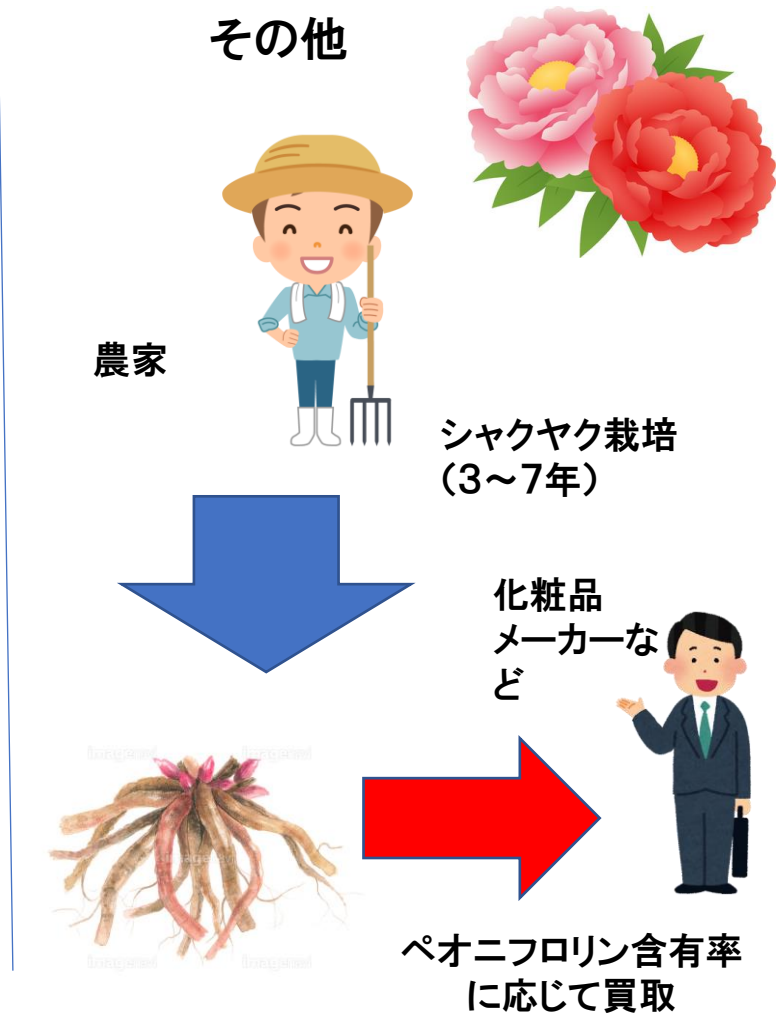
薬用シャクヤク生産の現状と今後の生産向上



薬用シャクヤクの生産と出荷の現状



<https://imagenavi.jp/search/detail.asp?id=31276145>



<https://imagenavi.jp/search/detail.asp?id=31276145>

担い手の問題

- 減少(激減)
- 買取価格が低い 必要な貴重生薬も
- 栽培の難しさ 単年では出荷ができない生薬
- 中山間農地の利用 過疎化 担い手より少ない
- 耕作放棄地 利便性や地形地盤、地力等が問題
- 大農家から一般農家、家庭菜園家
- 価格の見直し

農薬不使用可能



収量増、クオリティー向上

育苗の問題

- **ここが最大の問題点**

力、繋がりを発揮させる部分





シヤクヤク栽培の現状

- 薬用シヤクヤクの栽培では、主に化学肥料と農薬を使用した栽培管理が行われている（姉帯ら2007）。
- 栽培期間は、定植から収穫まで、播種の場合は6～7年、割株の場合は3～5年を要す。
- 初期投資は、種子からの場合は一般作物と同等であるが、株からの栽培は、初期投資経費が一般作物より膨大である。
- 日本での医薬原料用の生薬、薬用植物の生産は、必ずしも高い収益性があるとは言えず、他の作物に比べ栽培面積が非常に少ない。
- 原料の約98%は輸入に依存、今後漢方薬の需要増が予測されることから、生薬の国内での生産拡大が望まれる。
- 国内栽培が再評価され、官民での栽培技術の改善、作業の軽労化、収益性の向上といった課題を解決する研究が行われている。

実践可能な農法

中耕と草生管理栽培



結果

中耕と草生管理がシャクヤクの器官別乾物重に与ぼす影響

調査月	栽培方法	根重g	葉重g	茎重g	全重g
2014年8月	中耕	327.5 ±49.	54.5 ±15.9	30.0 ±2.7	412.0 ±66.8
	草生管理	293.8 ±51.5	64.0 ±16.4	34.0 ±6.1	391.8 ±72.3
2014年11月	中耕	393.8 ±105.8	—	—	393.8 ±105.8
	草生管理	396.3 ±84.7	—	—	396.3 ±84.7
2017年10月	中耕	610.8 ±3.5	a 49.7 ±1.5	b 44.2 ±1.2	b 704.8 ±4.2
	草生管理	571.3 ±4.8	b 59 ±1.4	a 49.1 ±1.6	a 679.4 ±4.6

注) 平均値±標準誤差を示す。—は地上部が枯死したため測定なし。

異なる英添字は処理区間に有意差($p < 0.05$)があることを示す。

結果

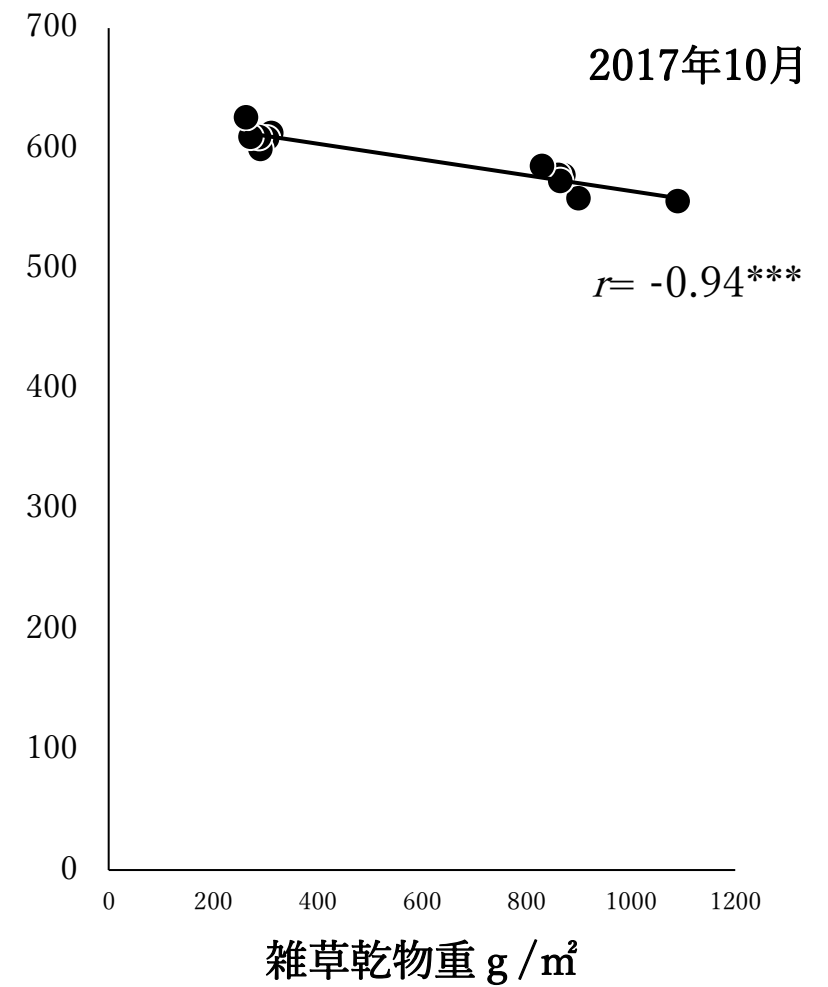
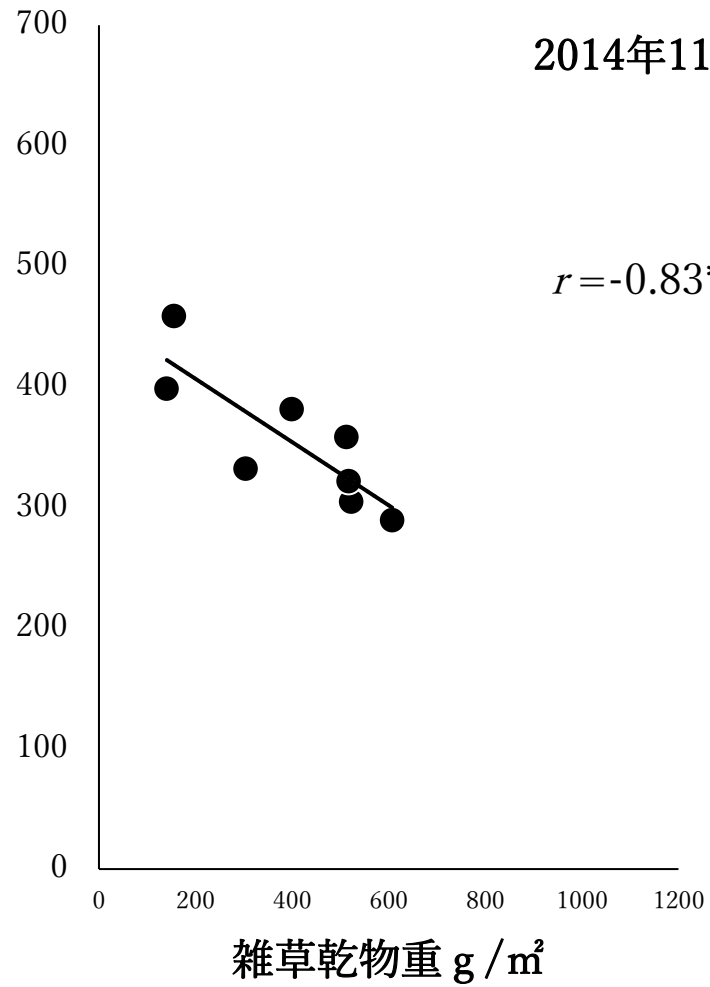
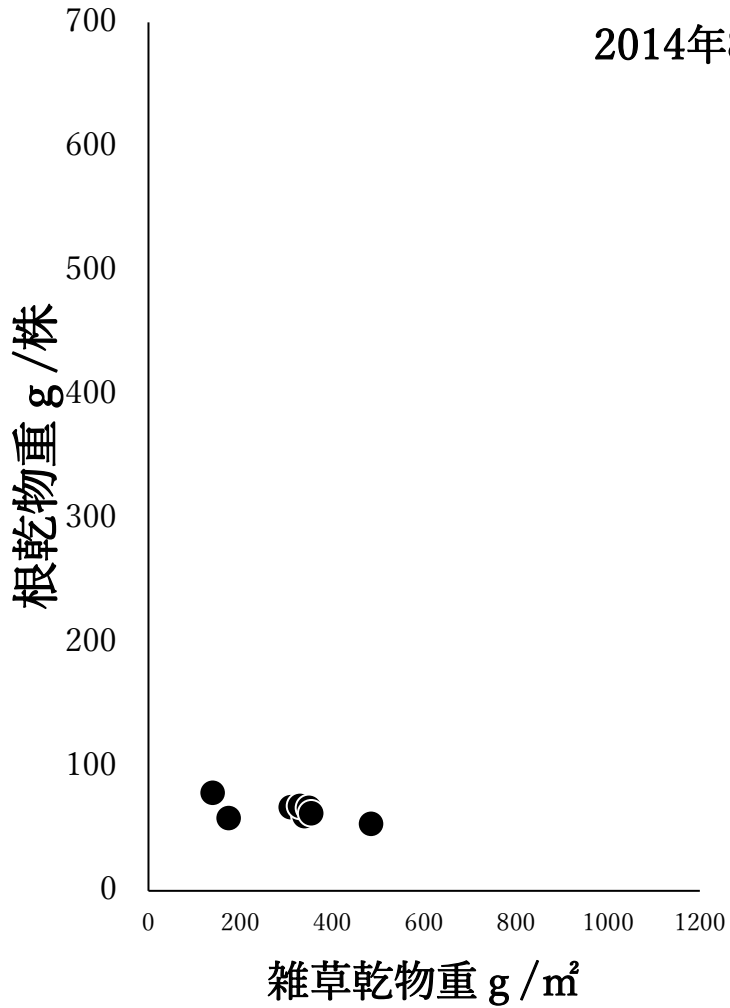
中耕と草生管理がシャクヤクのペオニフロリン含有率、ペオニフロリン生産量に与ぼす影響

調査月	栽培方法	ペオニフロリン含有率%			ペオニフロリン生産量mg/株			
		根	葉	茎	根	葉	茎	全
2014年8月	中耕	2.3 ±0.3	1.1 ±0.3	0.4 ±0.1	753.0 ±123.5	75.2 ±39.2	11.0 ±3.4	839.3 ±134.6
	草生管理	2.7 ±0.5 b	2.2 ±0.7	0.4 ±0.3	778.4 ±75.4	112.4 ±13.8	10.5 ±3.7	901.3 ±84.1
2014年11月	中耕	3.9 ±1.2	—	—	1810.4 ±958	—	—	1810.4 ±958
	草生管理	5.7 ±2.1 a	—	—	1795.1 ±254.4	—	—	1795.1 ±254.4
2017年10月	中耕	2.9 ±0.04 b	1.2 ±0.04 b	0.7 ±0.01 a	1743.8 ±25.7 b	58.7 ±3.3 b	30.3 ±0.7 a	1832.8 ±25.4
	草生管理	6.4 ±0.2 a	2.3 ±0.2 a	0.3 ±0.1 b	3662.1 ±119.8 a	137.2 ±13.8 a	15.6 ±3.0 b	3814.9 ±130.6

注) 平均値±標準誤差を示す。 —は地上部が枯死したため測定なし。

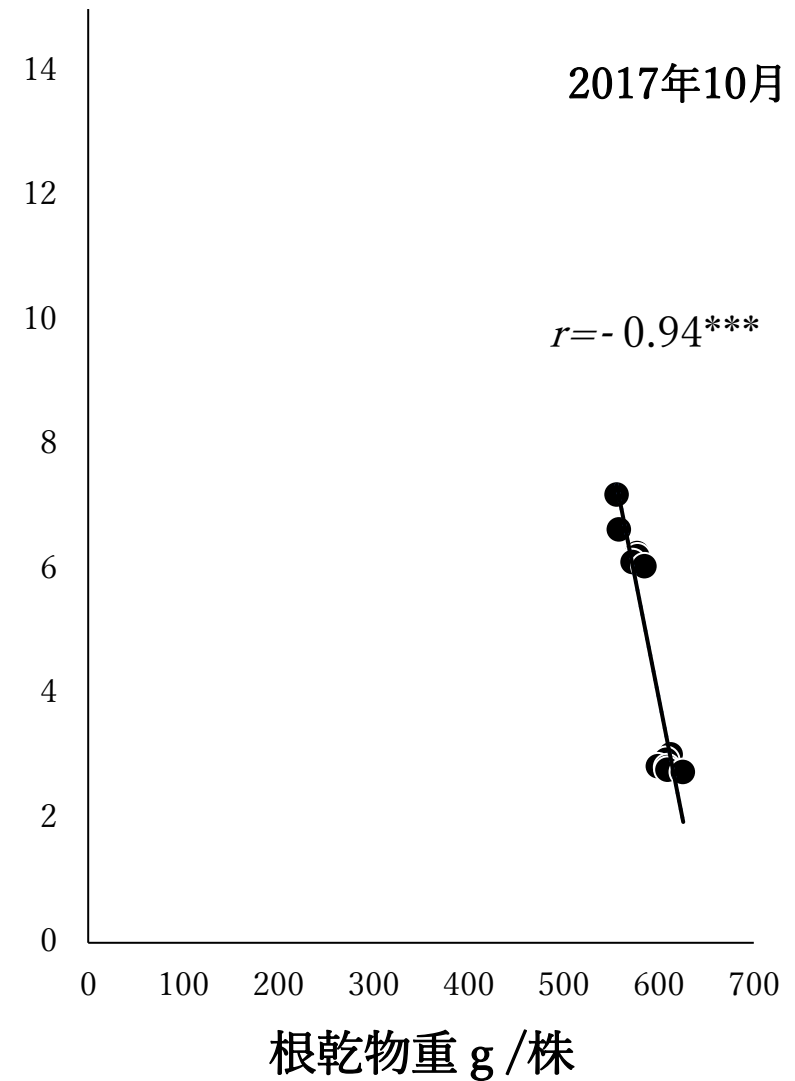
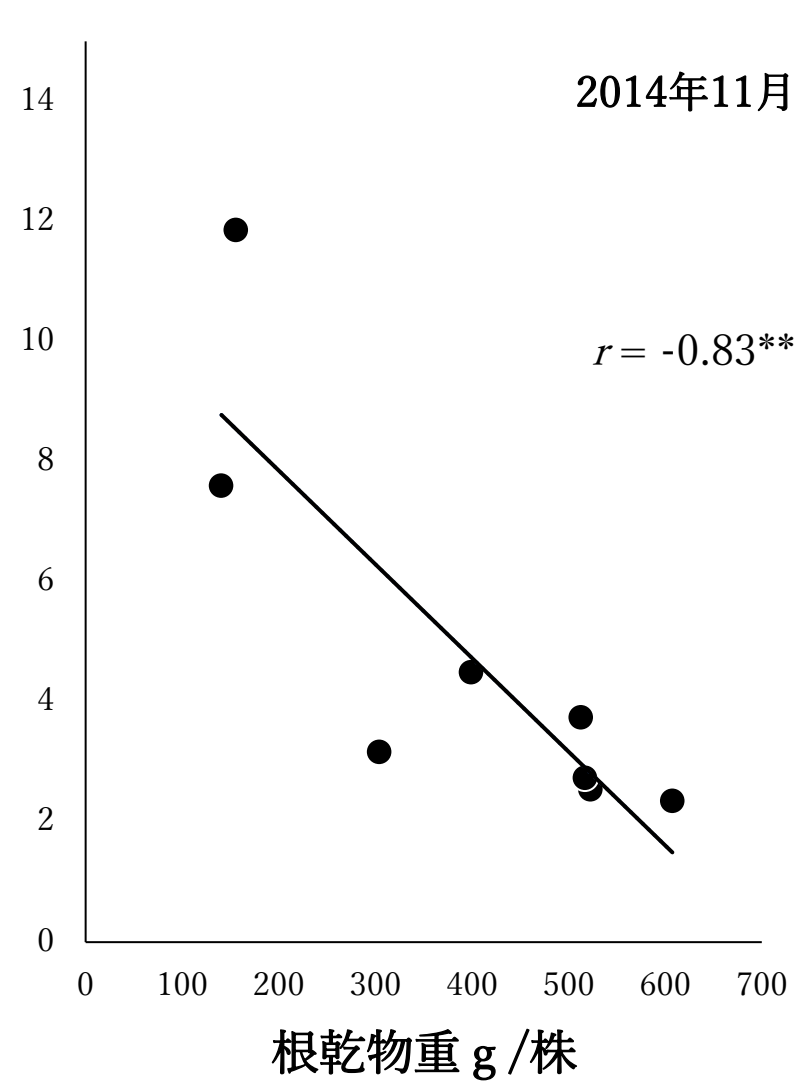
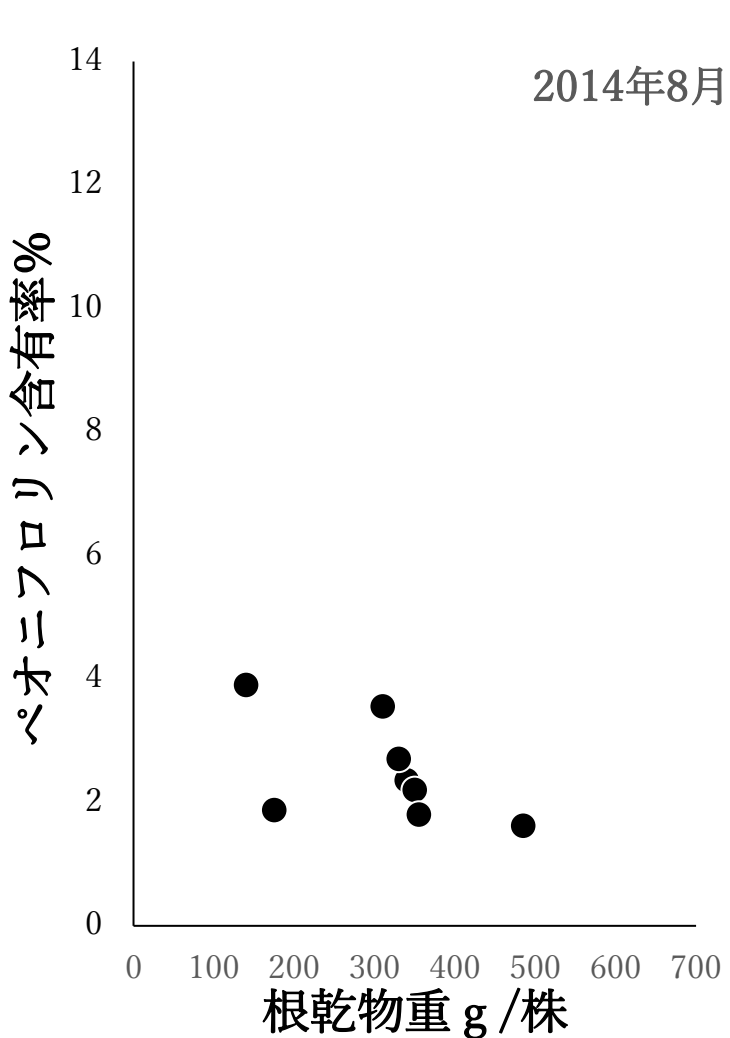
異なる英添字は有意差($p < 0.05$)があることを示す。

結果



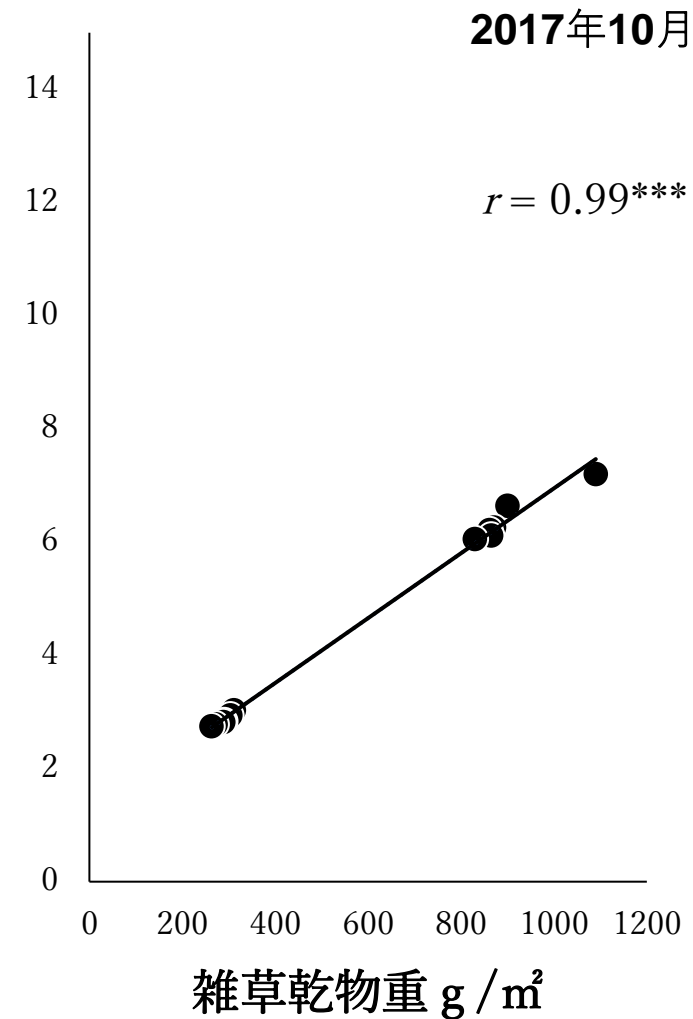
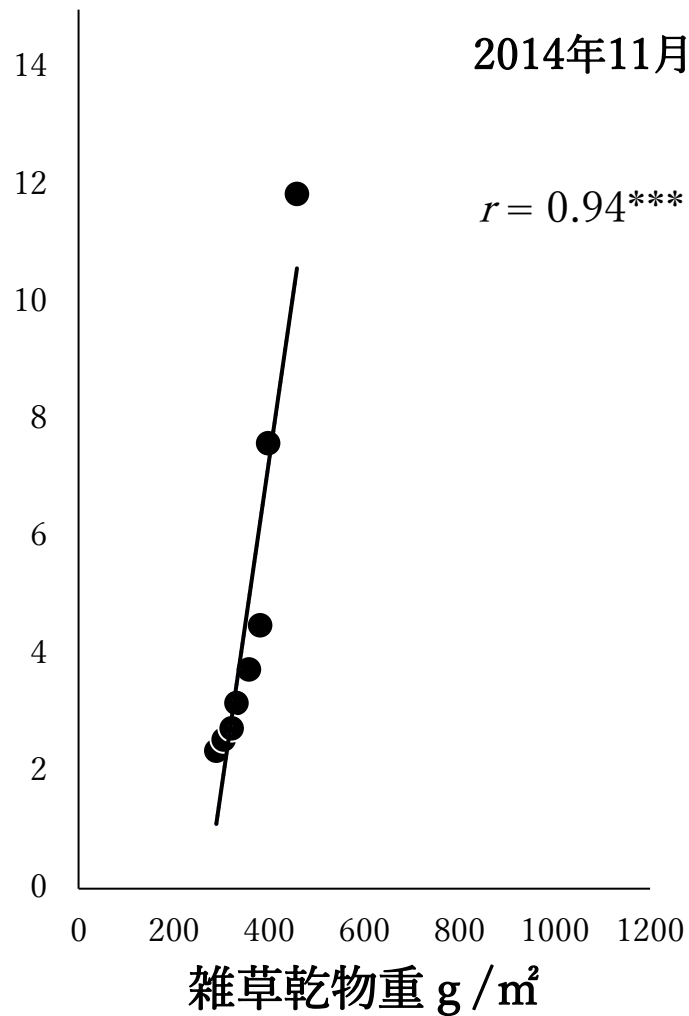
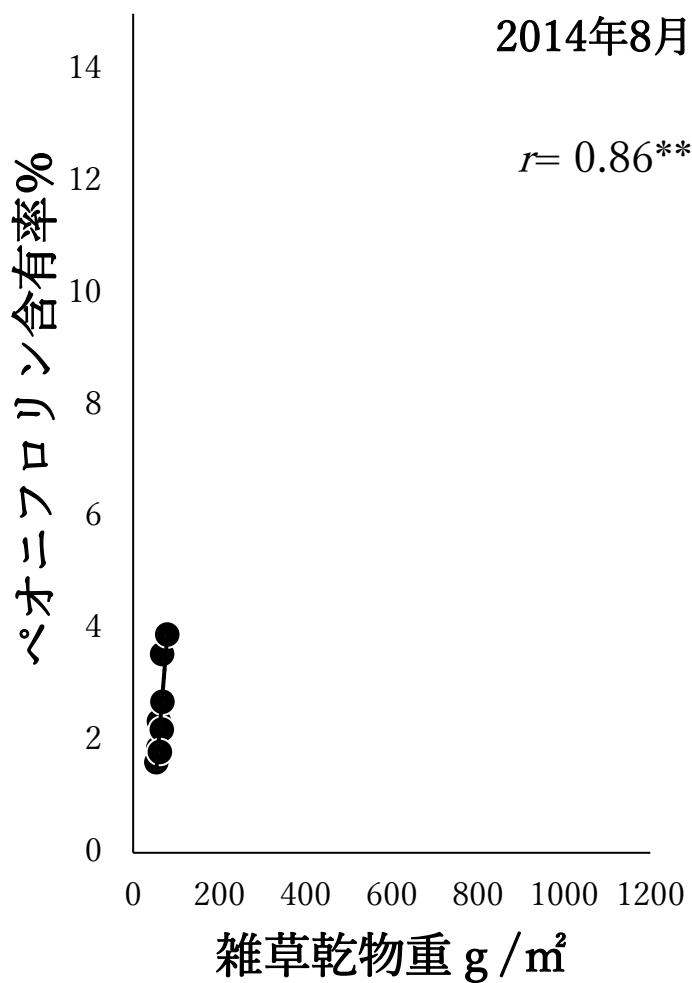
雑草乾物重と根乾物重との関係

結 果



ペオニフロリン含有率と根部乾物重との関係

結 果



雑草乾物重とペオニフロリン含有率との関係

有機・草生栽培でのリビングマルチを利用した 2年短期栽培の可能性について



肥培管理

• 2016—2017施肥量(kg/10a)

年／月	米ぬか		土壤改良材				
	2	9	2	3	5	8	9
2016	150	150	100	100	100	100	100
2017	150	150	100	100	100	100	100

• 2018—2019施肥量(kg/10a)葉面散布(ℓ/10a)

年／月	馬糞堆肥			土壤改良材		葉面散布	
	2	5	11	5	10	5	8
2018	1000	500	1000	100	100	100	100
2019	2	5	9	5	8	5	8
	1000	500	500	100	100	100	100

結果

2017年 ムギマルチ,草生管理,中耕の処理が薬用シャクヤクの根,葉,茎器官別乾物量に与ぼす影響

調査月	処理	根 (g/株)	葉 (g/株)	茎 (g/株)
10月	ムギマルチ	220.4 ± 3.9 a	52.5 ± 0.8 a	17.2 ± 0.6 b
	草生管理	207.7 ± 4.5 b	45.0 ± 2.1 b	22.1 ± 0.9 a
	中耕	259.1 ± 8.9 a	—	—

注) 平均値 ± 標準誤差を示す。—は測定なし。

異なる英添字は処理区間に有意差 ($P < 0.05$) があることを示す。

結果

2017年 ムギマルチ,草生管理,中耕の処理が薬用シャクヤクの根,葉,茎器官別のペオニフロリン含有率に与ぼす影響

調査月	処理	根 (%)	葉 (%)	茎 (%)
10月	ムギマルチ	2.5 ±0.09 b	1.0 ±0.12	0.5 ±0.05
	草生管理	3.3 ±0.14 a	1.1 ±0.06	0.5 ±0.03
	中耕	1.95 ±0.04 c	—	—

注) 平均値±標準誤差を示す. —は地上部が枯死したため測定なし.

異なる英添字は処理区間に有意差 ($P < 0.01$) があることを示す.

赤字は薬機法2%以下の数値を示す.

結果

2019年 ムギマルチ,草生管理が薬用シャクヤクの根の乾物量に与ぼす影響

調査日	処理区	根乾物量 (g/株)
11月	ムギマルチ	322.1 ± 6.5 a
	草生	283.3 ± 9.1 b

注)平均値±標準誤差を示す。

異なる英添字は処理区間に有意差(p<0.01)があることを示す。

結果

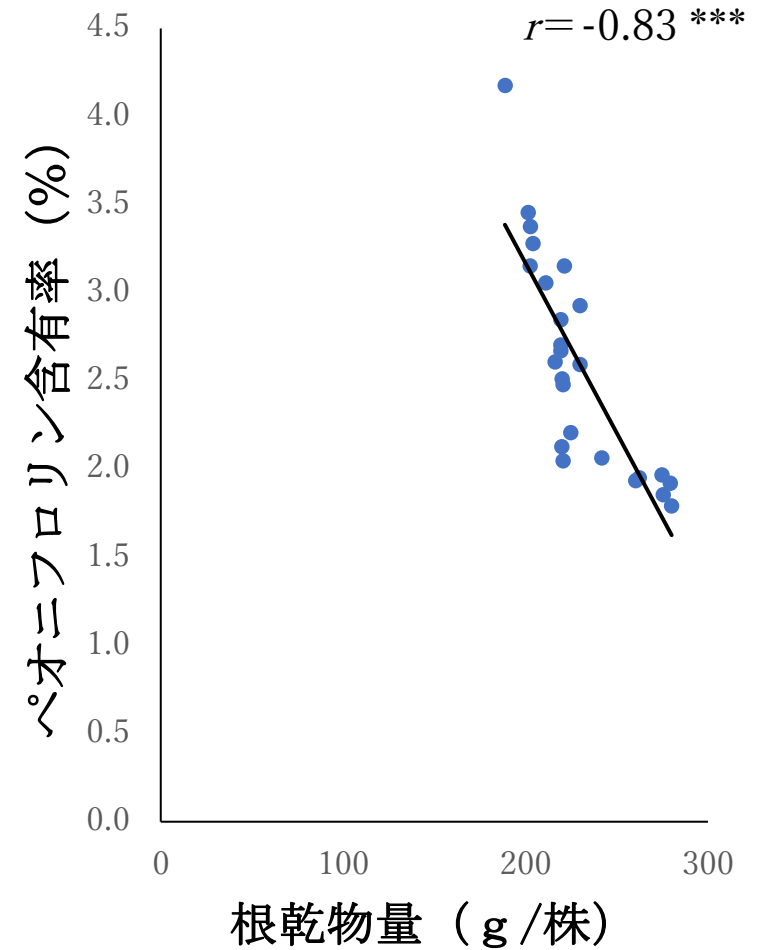
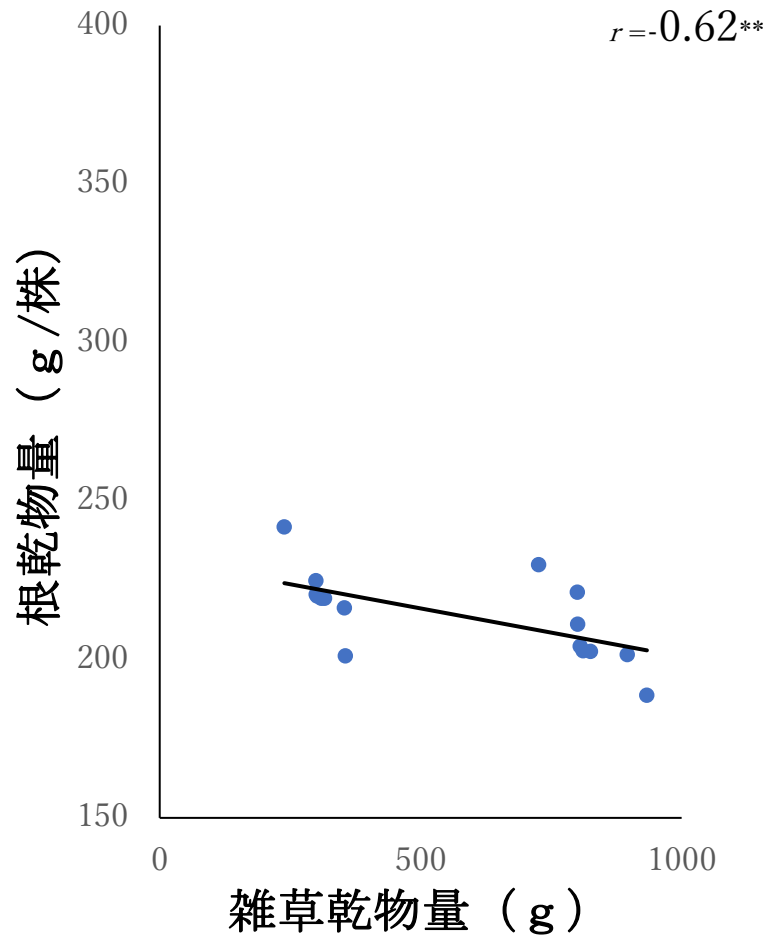
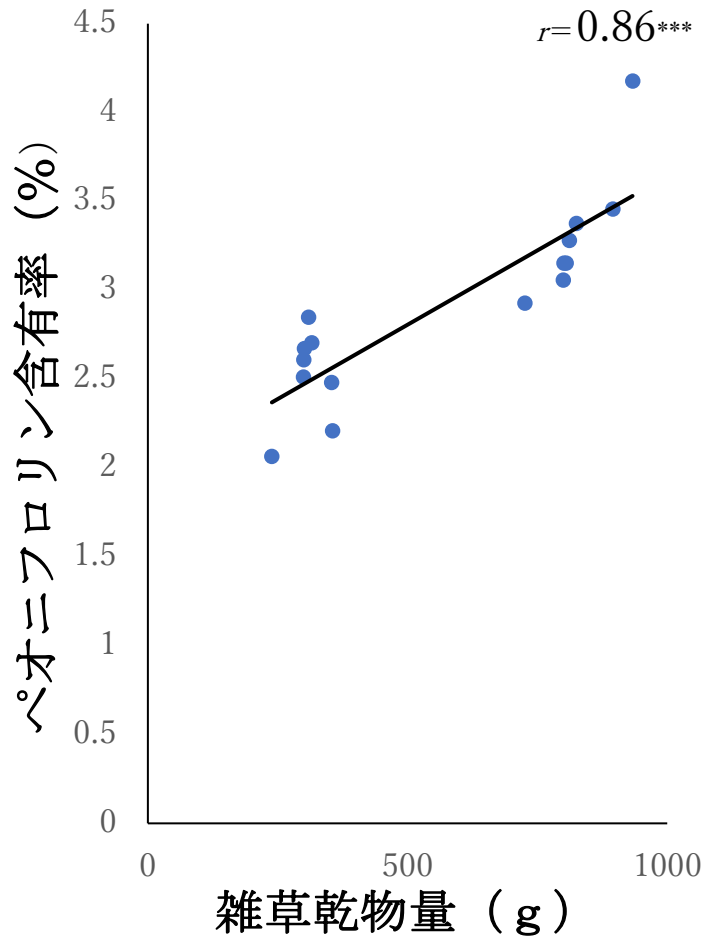
2017年2019年処理別根乾物量比較

調査日	根乾物量 (g/株)	
	ムギマルチ区	草生管理区
2017年10月	220.4 b	207.7 b
2019年11月	322.1 a	283.3 a

注) 平均値±標準誤差を示す。

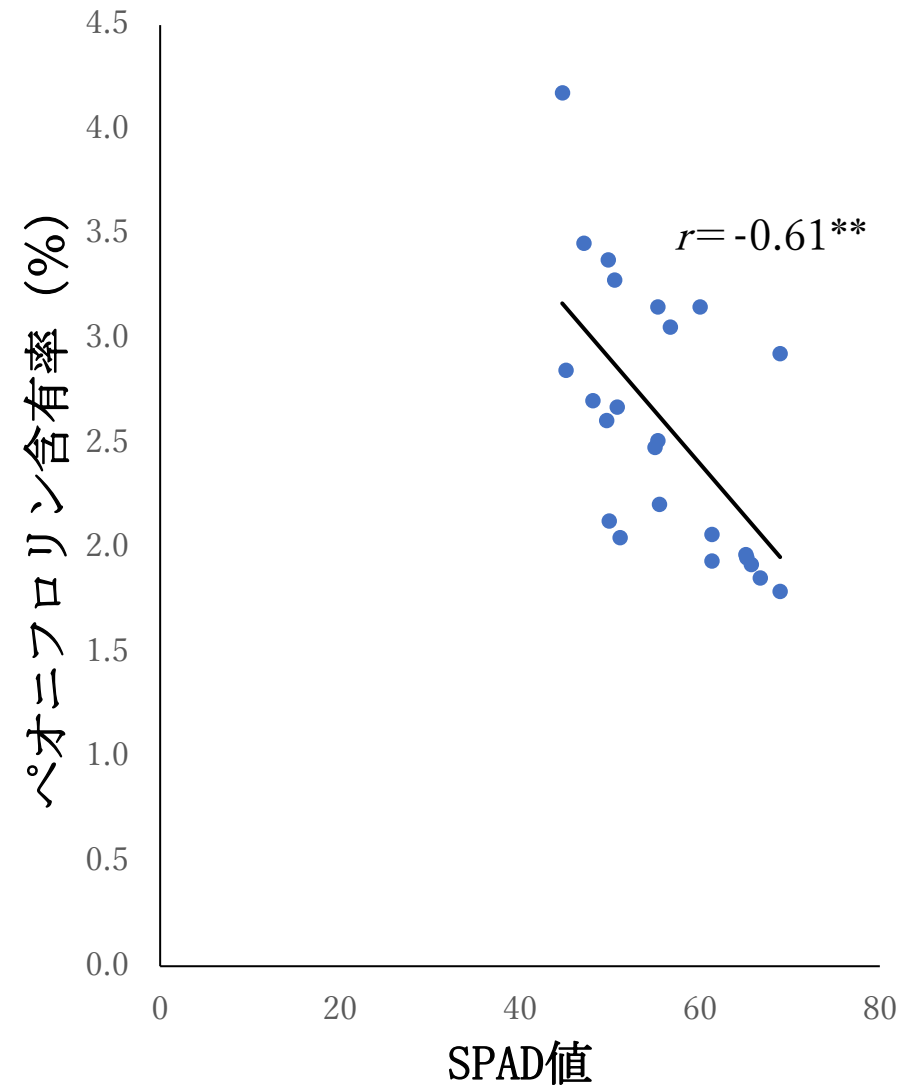
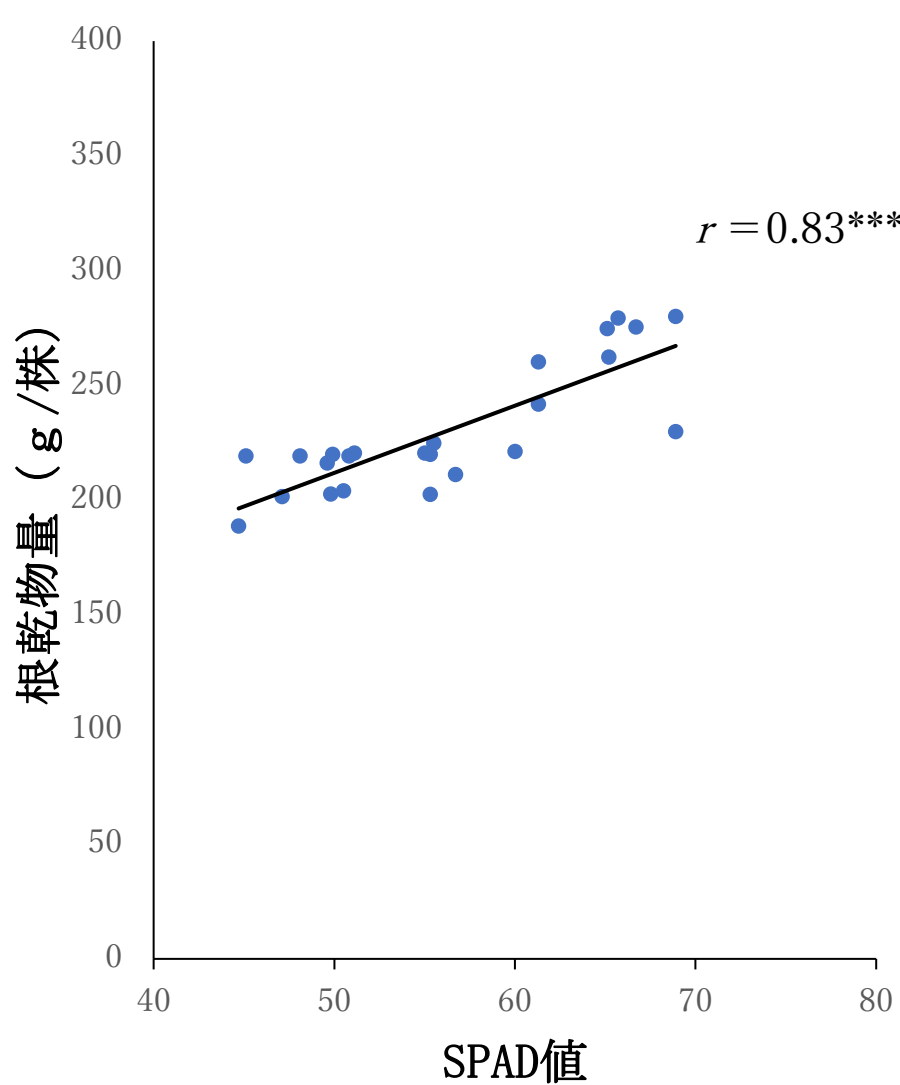
異なる英添字は処理区間に有意差($p < 0.001$)があることを示す。

結果



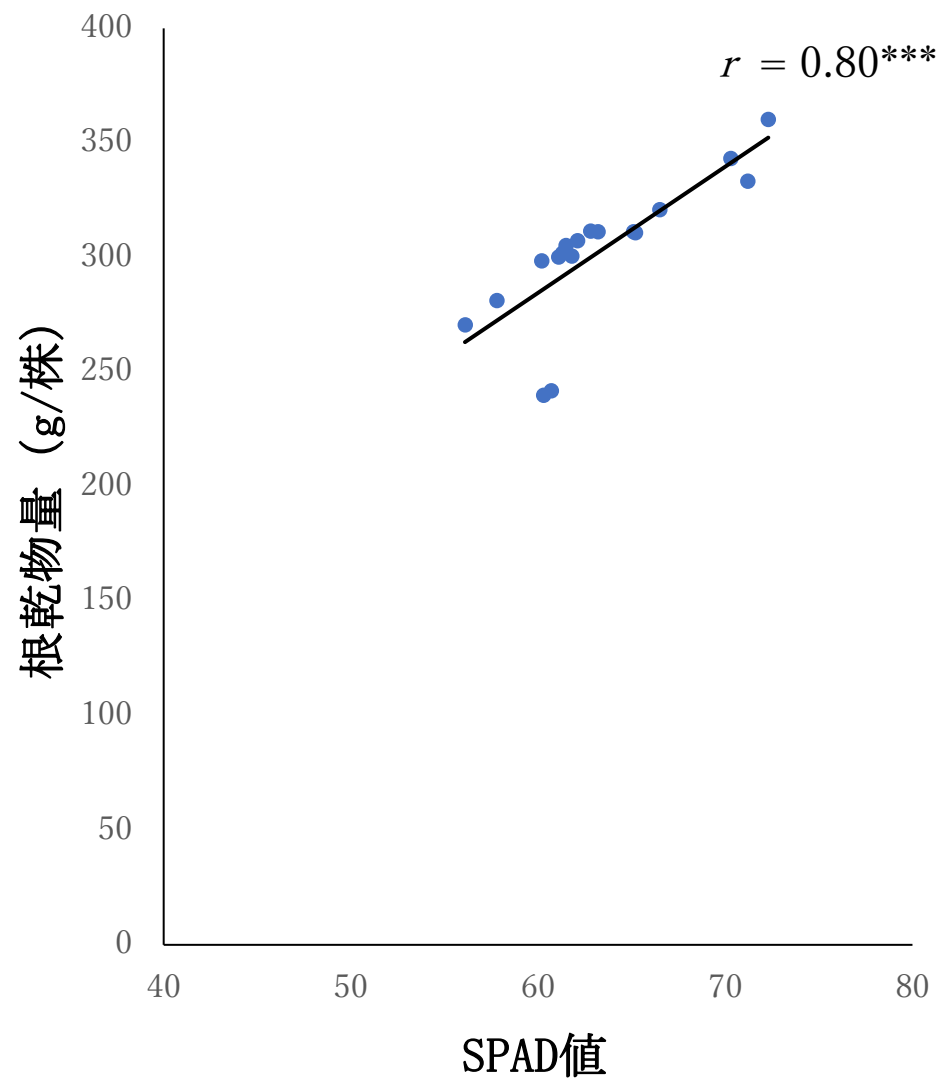
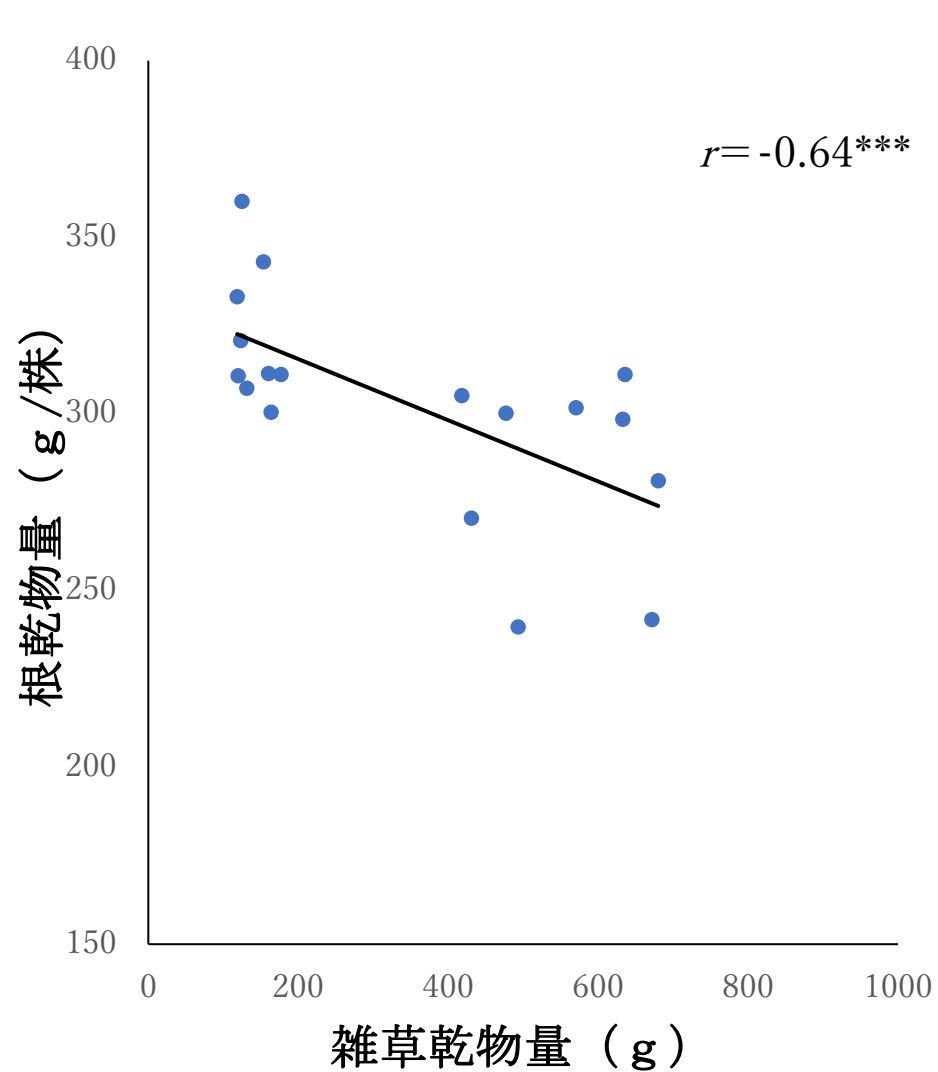
2017年 雑草乾物量,根乾物量,ペオニフロリン含有率の相関関係

結果



2017年 SPAD値と根乾物量,ペオニフロリン含有率との相関関係

結果



2019年雑草乾物量と根乾物量, SPAD値と根乾物量との相関関係

有機・草生栽培でのリビングマルチを利用した 2年短期栽培の可能性について



肥培管理

• 2016—2017施肥量(kg/10a)

年／月	米ぬか		土壤改良材					
	2	9	2	3	5	8	9	
2016	150	150	100	100	100	100	100	
2017	150	150	100	100	100	100	100	

• 2018—2019施肥量(kg/10a)葉面散布(ℓ/10a)

年／月	馬糞堆肥			土壤改良材		葉面散布		
	2	5	11	5	10	5	8	
2018	1000	500	1000	100	100	100	100	
2019	2	5	9	5	8	5	8	
	1000	500	500	100	100	100	100	

結果

2017年 ムギマルチ,草生管理,中耕の処理が薬用シャクヤクの根,葉,茎器官別乾物量に与ぼす影響

調査月	処理	根 (g/株)	葉 (g/株)	茎 (g/株)
10月	ムギマルチ	220.4 ± 3.9 a	52.5 ± 0.8 a	17.2 ± 0.6 b
	草生管理	207.7 ± 4.5 b	45.0 ± 2.1 b	22.1 ± 0.9 a
	中耕	259.1 ± 8.9 a	—	—

注) 平均値 ± 標準誤差を示す。—は測定なし。

異なる英添字は処理区間に有意差 ($P < 0.05$) があることを示す。

結果

2017年 ムギマルチ,草生管理,中耕の処理が薬用シャクヤクの根,葉,茎器官別のペオニフロリン含有率に与ぼす影響

調査月	処理	根 (%)	葉 (%)	茎 (%)
10月	ムギマルチ	2.5 ±0.09 b	1.0 ±0.12	0.5 ±0.05
	草生管理	3.3 ±0.14 a	1.1 ±0.06	0.5 ±0.03
	中耕	1.95 ±0.04 c	—	—

注) 平均値±標準誤差を示す. —は地上部が枯死したため測定なし.

異なる英添字は処理区間に有意差 ($P < 0.01$) があることを示す.

赤字は薬機法2%以下の数値を示す.

結果

2019年 ムギマルチ,草生管理が薬用シャクヤクの根の乾物量に与ぼす影響

調査日	処理区	根乾物量 (g/株)
11月	ムギマルチ	322.1 ± 6.5 a
	草生	283.3 ± 9.1 b

注) 平均値 ± 標準誤差を示す。

異なる英添字は処理区間に有意差 ($p < 0.01$) があることを示す。

結果

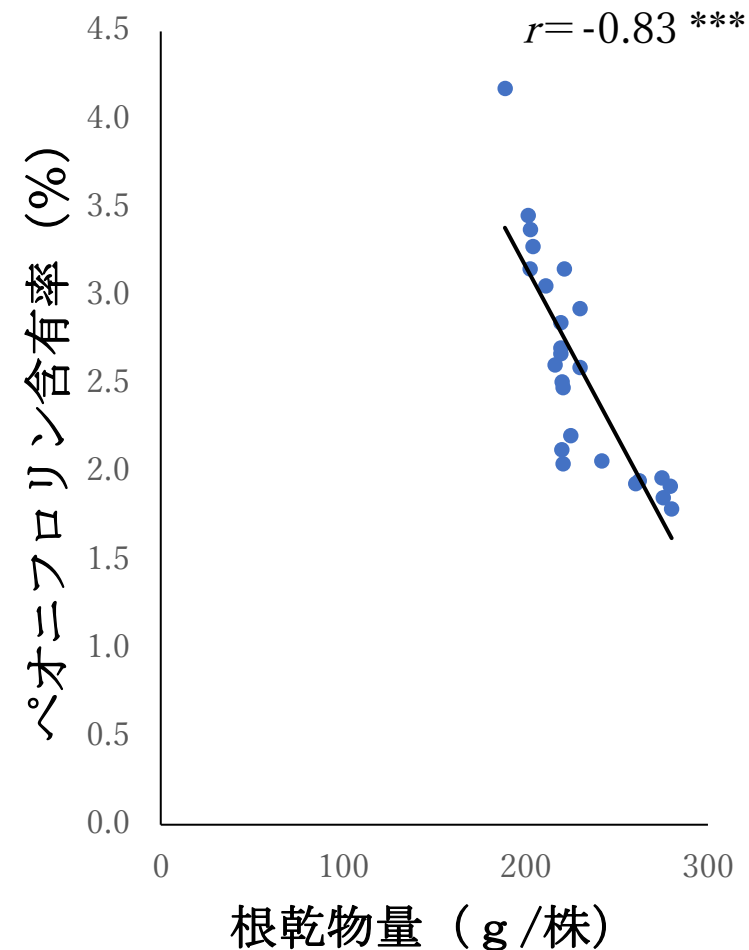
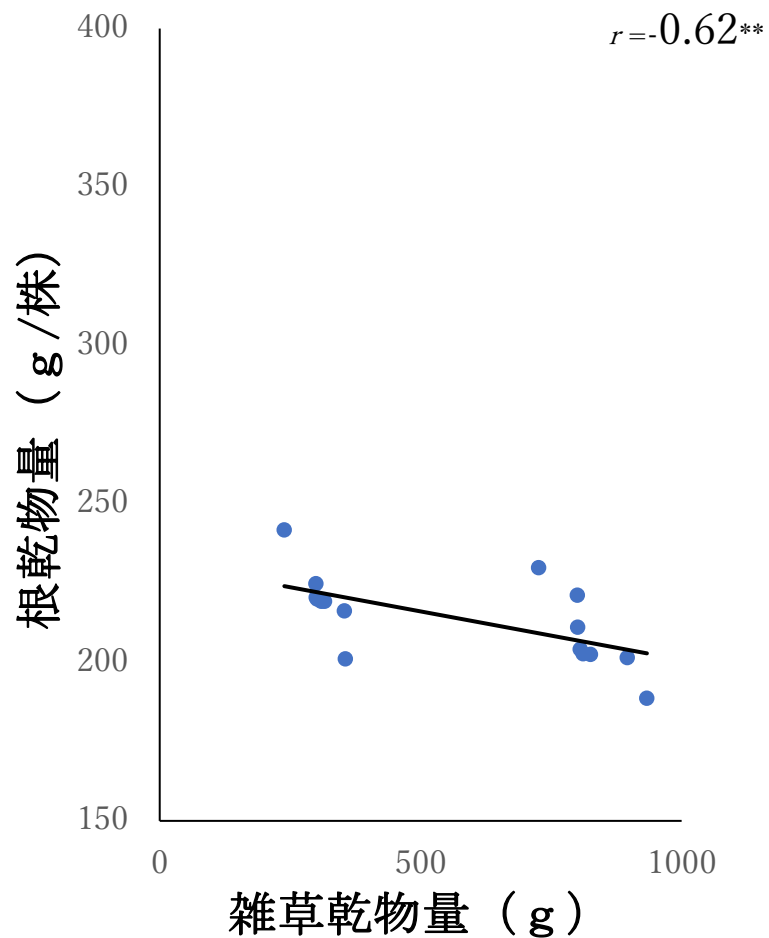
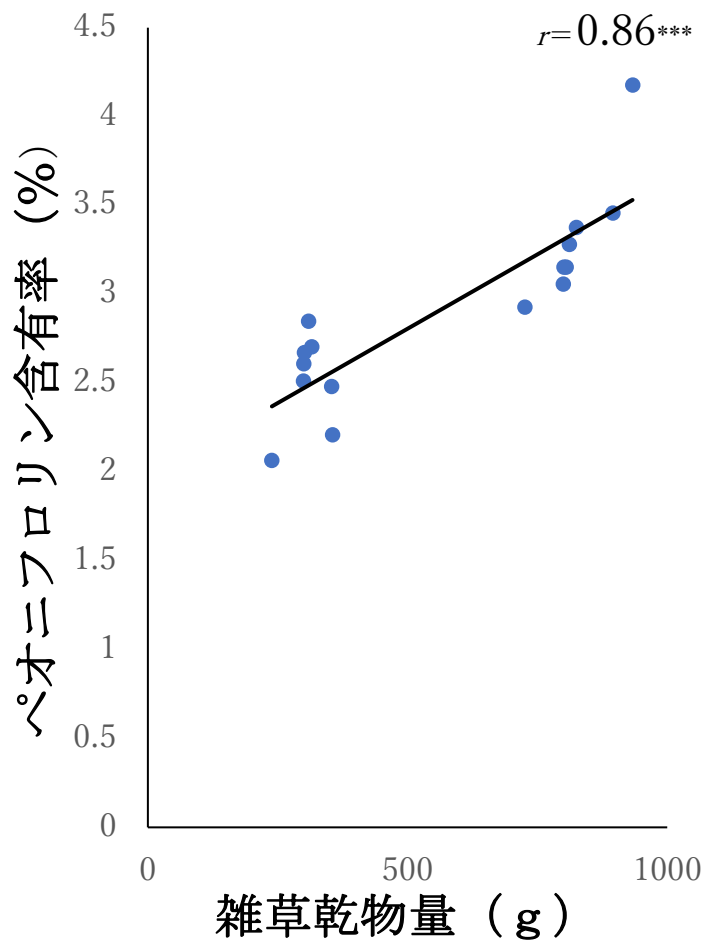
2017年2019年処理別根乾物量比較

調査日	根乾物量 (g/株)	
	ムギマルチ区	草生管理区
2017年10月	220.4 b	207.7 b
2019年11月	322.1 a	283.3 a

注) 平均値±標準誤差を示す。

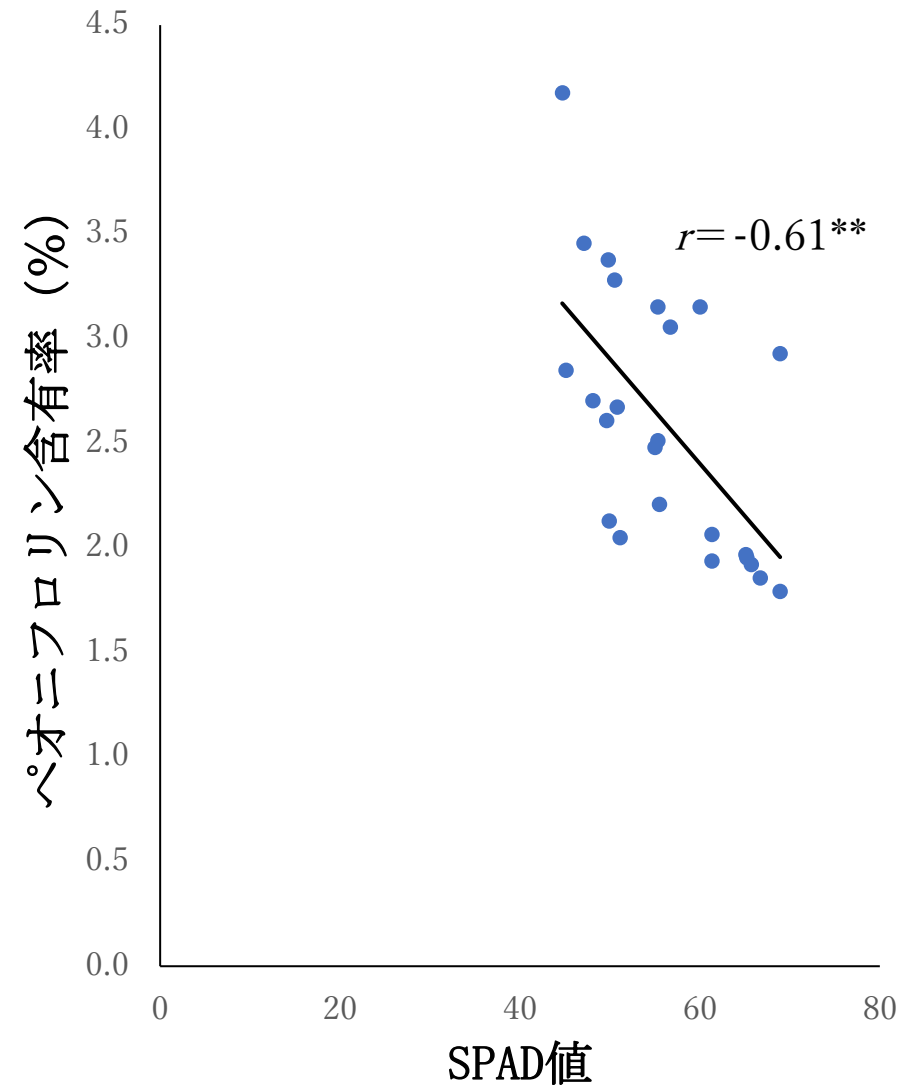
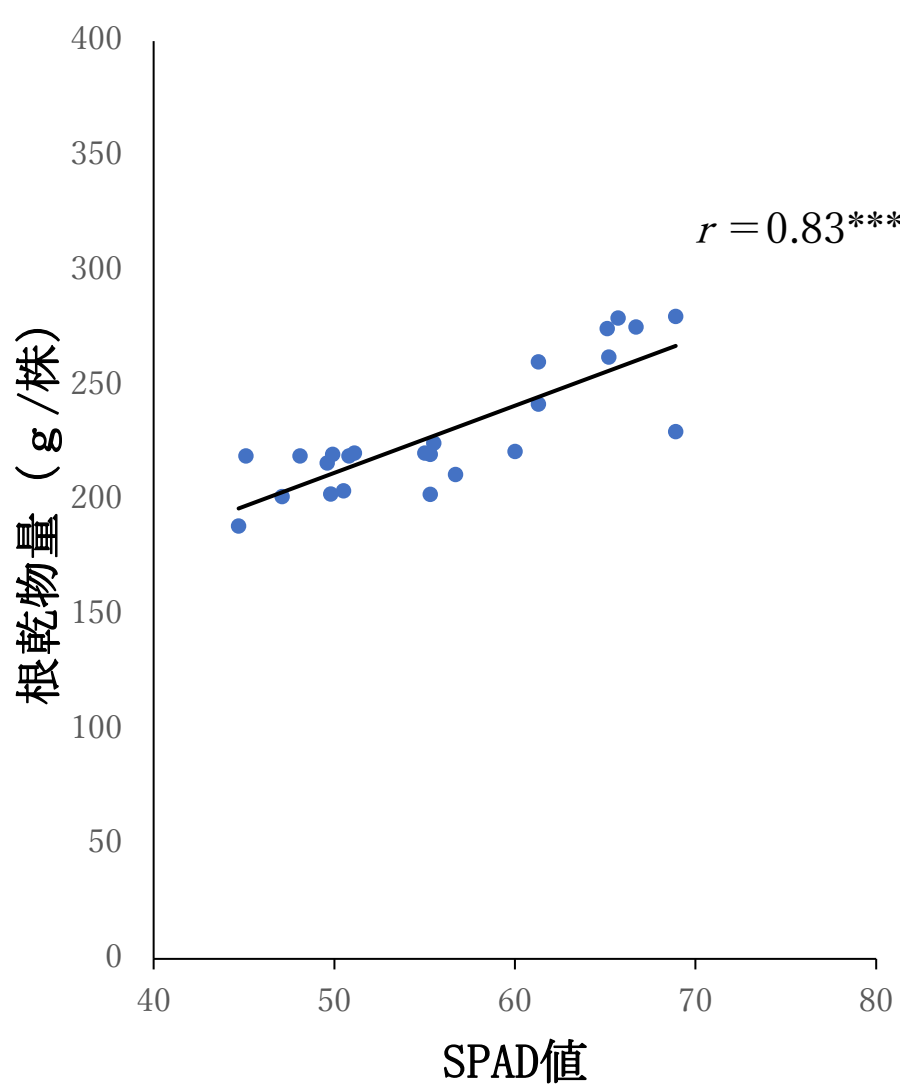
異なる英添字は処理区間に有意差($p < 0.001$)があることを示す。

結果



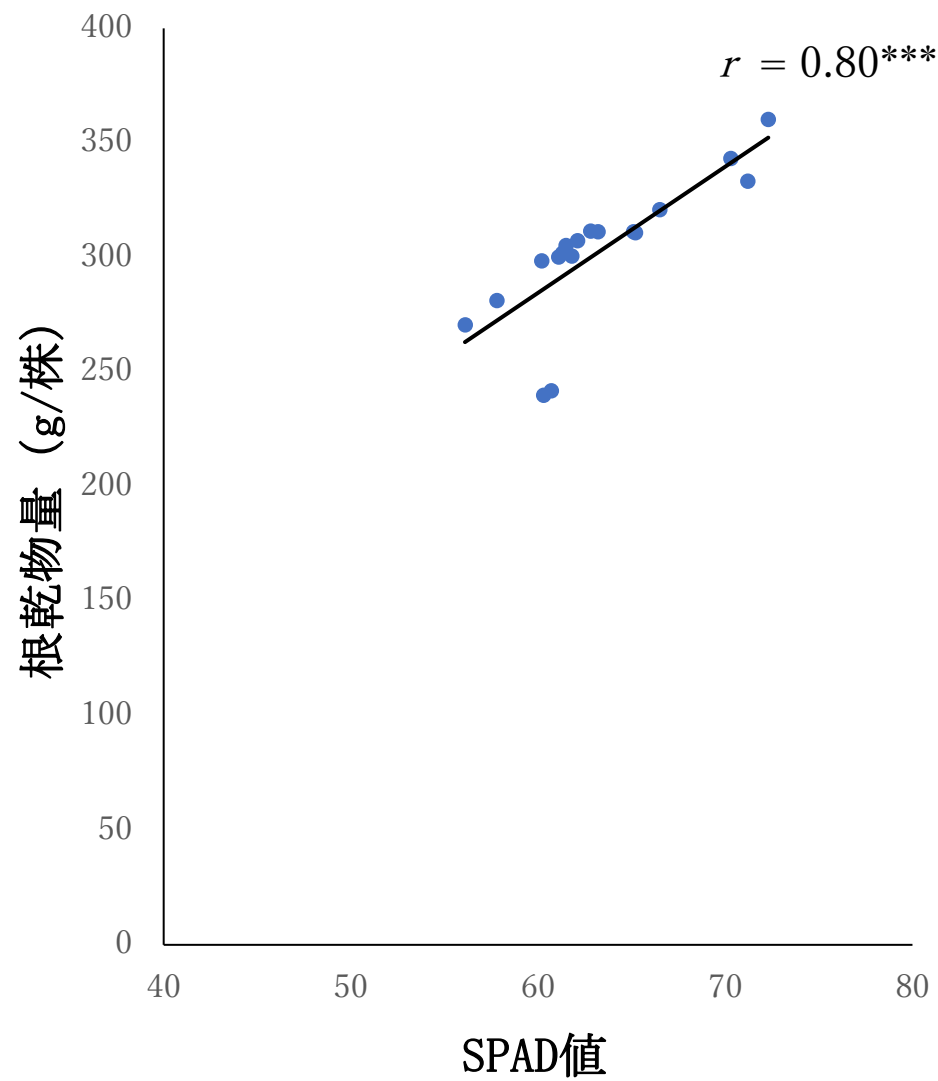
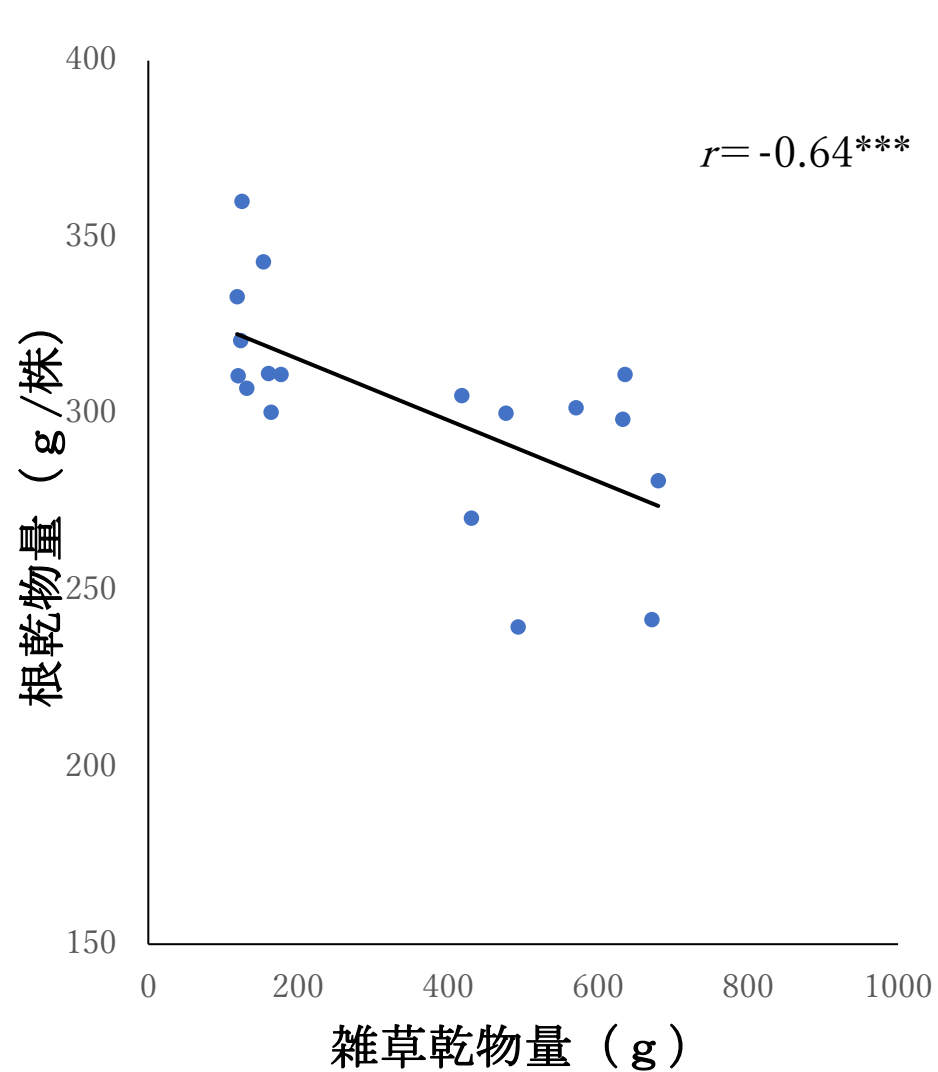
2017年 雑草乾物量,根乾物量,ペオニフロリン含有率の相関関係

結果



2017年 SPAD値と根乾物量,ペオニフロリン含有率との相関関係

結果



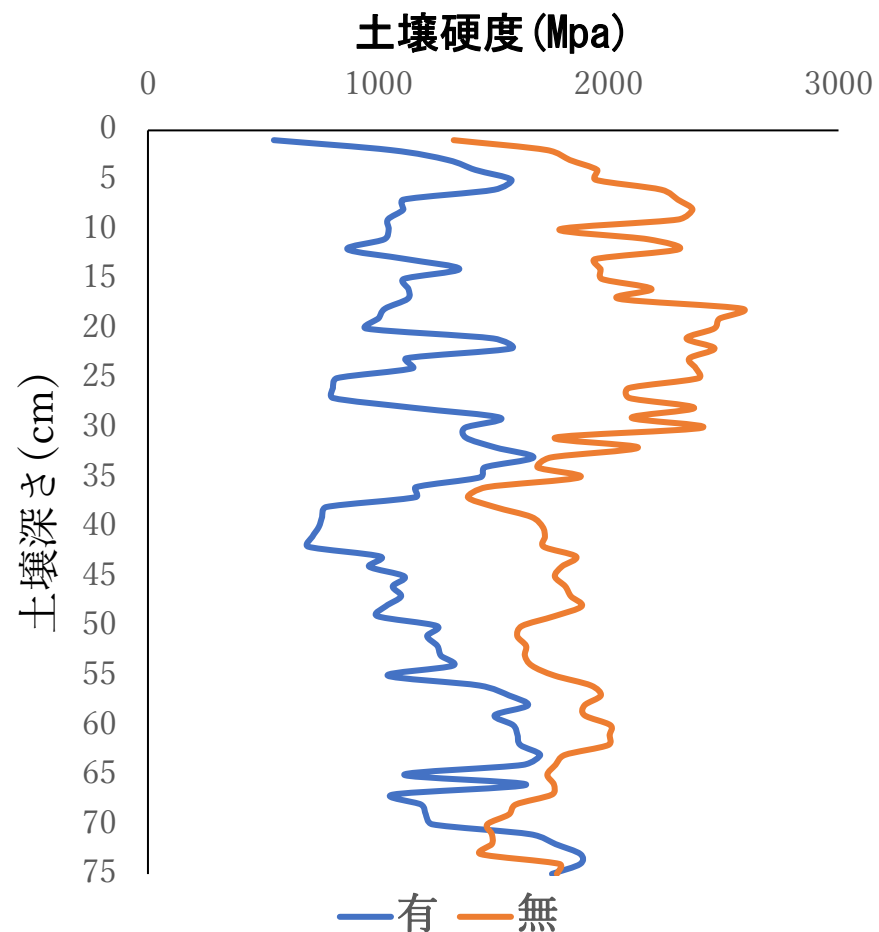
2019年雑草乾物量と根乾物量, SPAD値と根乾物量との相関関係

プラソイラ耕うん 物理性



結果

2018年草生管理におけるプラソイラ耕うん有無での土壤硬度



プラソイラ耕うんの有無での土壤硬度に関して、プラソイラ耕うんにより有意に低下した。有意差が確認された硬度は1cm ($p < 0.001$), 12cm ($p < 0.05$), 16cm ($p < 0.05$), 18cm ($p < 0.01$) 19~20cm ($p < 0.05$), 25~28cm ($p < 0.05$), 30cm ($p < 0.01$), 46~47cm ($p < 0.05$), 48cm ($p < 0.01$), 49cm ($p < 0.05$), 56cm ($p < 0.05$)であった。



結果

2017年3年生株でのプラソイラ耕うんの有無が草生管理区で根の乾物重量と成分含有率に与ぼす影響

調査月	プラソイラ	根乾物重 (g/株)	ペオニフロリン含有率 (%)
2017年10月	無	418.5 ±19.0 b	7.3 ±0.8 a
	有	578.2 ±15.4 a	3.5 ±0.3 b

注) 平均値±標準誤差を示す。

異なる英添字は処理区間に有意差($p < 0.01$)があることを示す。

結果

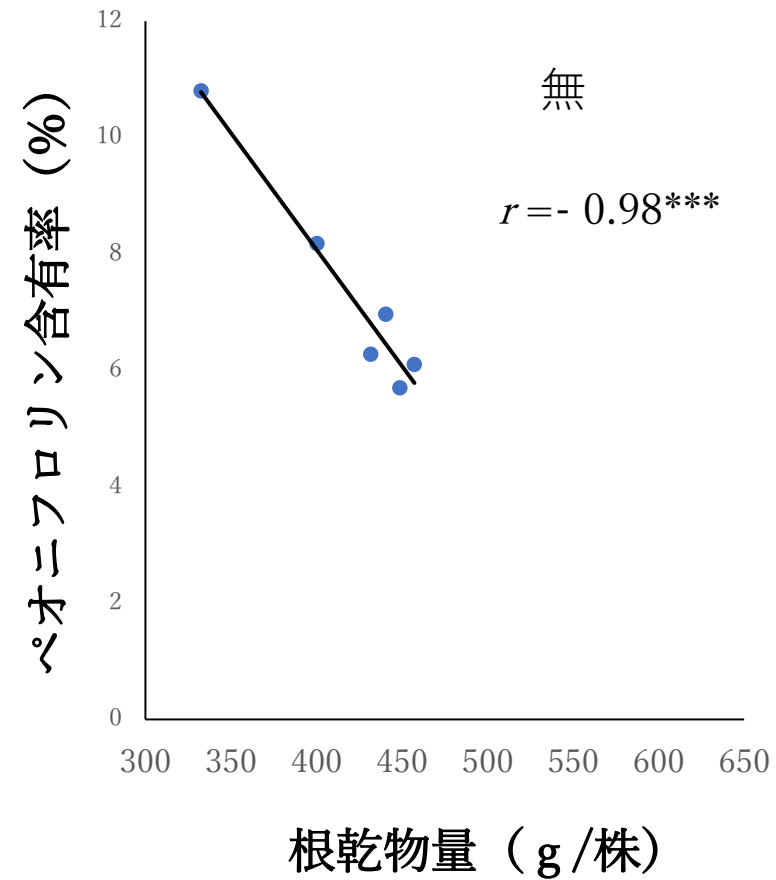
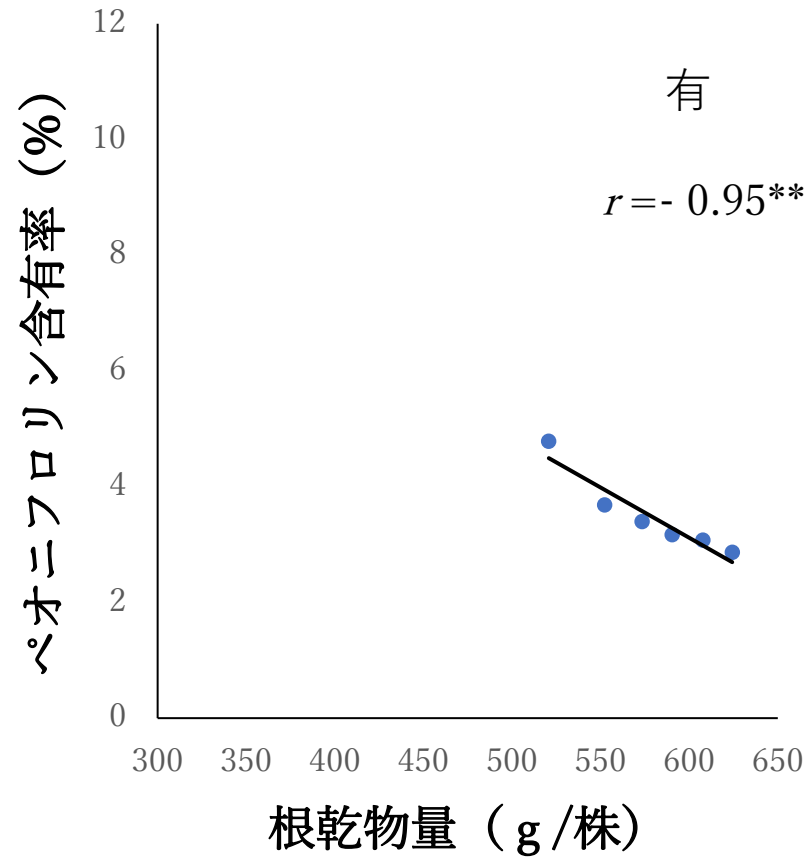
2018年4年生株での中耕と草生管理におけるプラソイラ耕うんの有無が草丈,茎数,SPAD値,根乾物量に与ぼす影響

プラソイラ処理		草丈(cm)	茎数(本)	SPAD値	根乾物量(g/株)
中耕	無	63.8 ± 2.3 b	11.1 ± 0.4	62.4 ± 3.2	647.3 ± 9.0 b
	有	70.5 ± 1.3 a	11.6 ± 0.8	66.5 ± 3.1	701.9 ± 5.4 a
草生管理	無	59.5 ± 1.9	12.3 ± 0.6	58.4 ± 1.7	578.4 ± 7.8 b
	有	62.3 ± 1.9	11.5 ± 0.8	60.6 ± 3.1	693.0 ± 3.8 a

注) 平均値 ± 標準誤差を示す。

異なる英添字は処理区間に有意差 ($p < 0.001$) があることを示す。

結 果



2017年プラソイラ耕うん有無での根乾物量とペオニフロリン含有率との相関

バイオスティミュラントによる葉面散布栽培



肥培管理

- 2015年・2018年肥培管理スケジュール

年／施肥資材/10a	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
2015										
米ぬか	150kg	150kg	150kg	150kg	150kg	150kg	150kg	150kg	150kg	150kg
土壌革命	100kg	100kg	100kg	100kg	100kg	100kg	100kg	100kg	100kg	100kg
2018										
土壌革命						100kg				100kg
サラブレッド馬糞			1000kg		500kg					1000kg

結果

2018年葉面散布処理が草丈,茎数,SPAD値,根乾物量に与ぼす影響

葉面散布	草丈(cm)	茎数(本)	SPAD値	根乾物量(g/株)
無	58.0 ±1.0 c	11.5 ±0.4 b	54.8 ±1.5 cd	155.6 ±5.5 e
開花前	58.3 ±0.9 c	10.8 ±0.3 ab	57.3 ±1.0 c	205.2 ±3.0 d
開花後	63.5 ±1.0 b	10.8 ±0.3 ab	60.8 ±2.4 b	217.9 ±2.6 c
入梅前	60.3 ±1.2 c	9.3 ±0.6 c	65.0 ±1.3 b	209.8 ±3.1 d
入梅後	57.3 ±1.4 c	12 ±0.6 a	56.2 ±2.3 c	200.2 ±2.2 d
2回	64.1 ±0.8 b	10.8 ±0.3 ab	64.9 ±0.9 b	237.4 ±4.7 b
4回	75.1 ±1.3 a	10 ±0.3 b	75.1 ±1.3 a	264.0 ±4.3 a

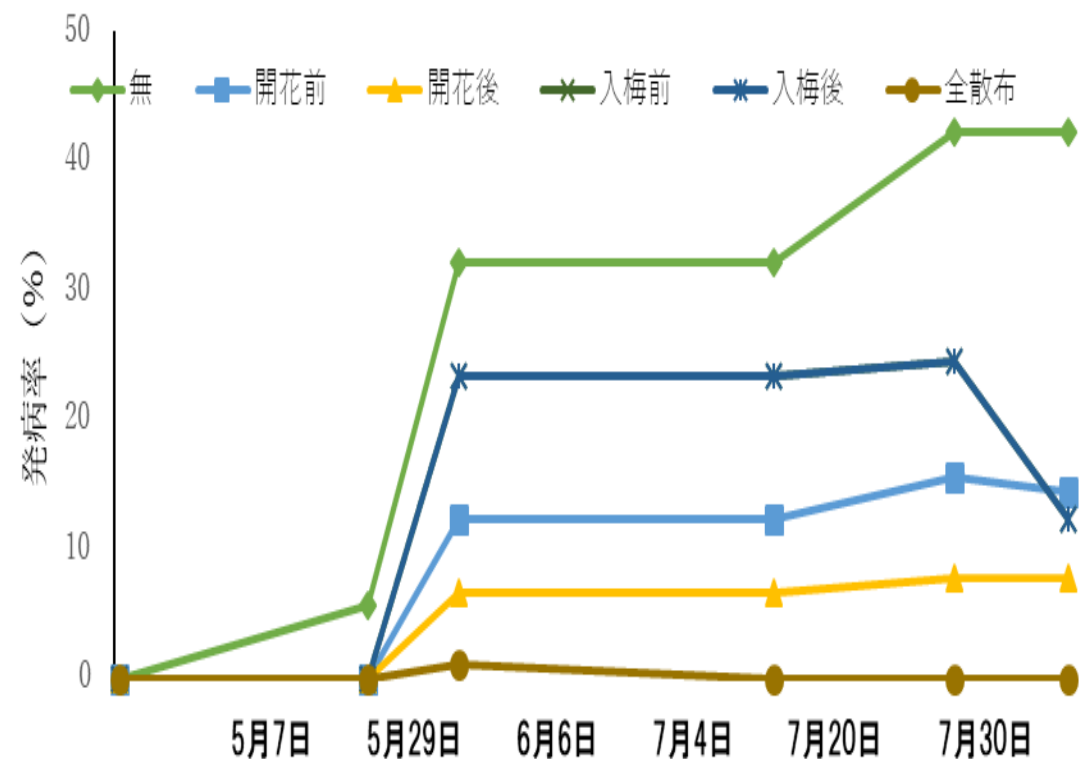
注)平均値±標準誤差を示す。

異なる英添字は処理区間に有意差($P < 0.05$)があることを示す。

結果

2015年葉面散布処理別が発病と発病率に与ぼす影響と発病経緯

散布時期	病名	5月7日	5月29日	6月6日	7月4日	7月20日	7月30日
無	うどん粉(株)	0	5	21	21	26	26
	灰色かび(株)	0	0	8	8	12	12
	発病率(%)	0	5.6	32.2	32.2	42.2	42.2
開花前	うどん粉(株)	0	0	9	9	11	10
	灰色かび(株)	0	0	2	2	3	3
	発病率(%)	0	0	12.2	12.2	15.6	14.4
開花後	うどん粉(株)	0	0	5	5	5	5
	灰色かび(株)	0	0	1	1	2	2
	発病率(%)	0	0.0	6.7	6.7	7.8	7.8
入梅前	うどん粉(株)	0	0	16	16	17	9
	灰色かび(株)	0	0	5	5	5	2
	発病率(%)	0	0.0	23.3	23.3	24.4	12.2
入梅後	うどん粉(株)	0	0	16	16	17	9
	灰色かび(株)	0	0	5	5	5	2
	発病率(%)	0	0.0	23.3	23.3	24.4	12.2
全散布	うどん粉(株)	0	0	1	0	0	0
	灰色かび(株)	0	0	0	0	0	0
	発病率(%)	0	0	1.1	0.0	0	0

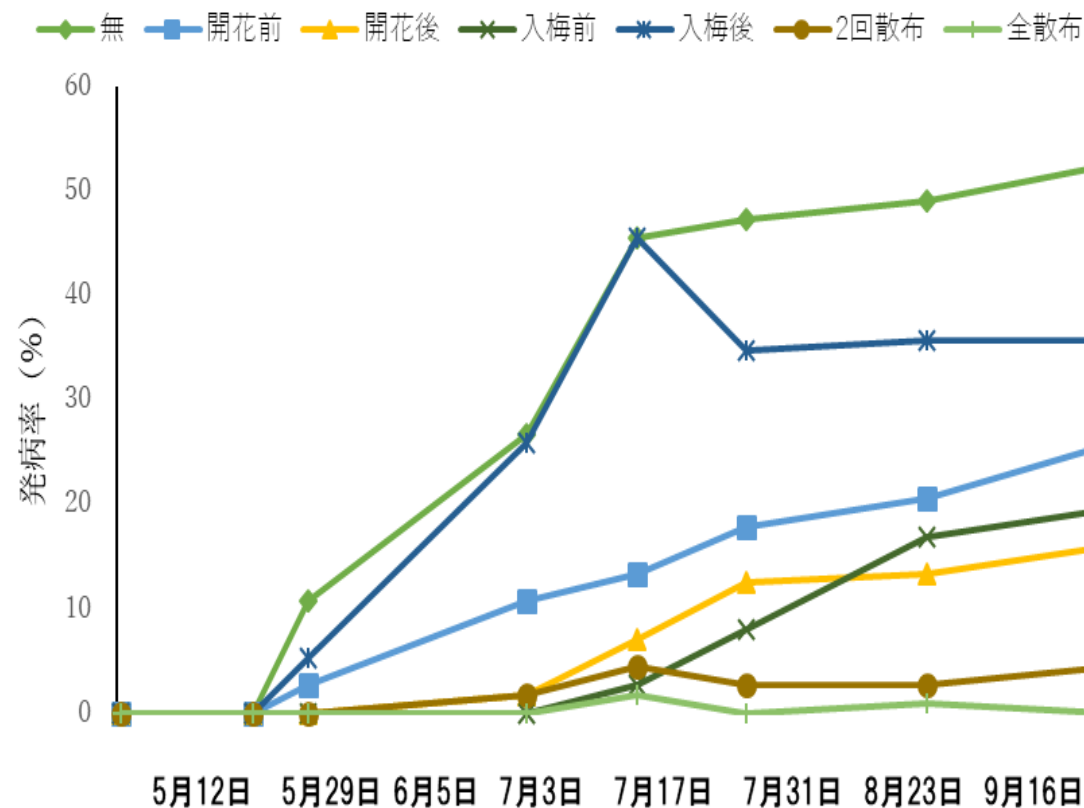


2015年,1列植栽,葉面散布時期は,無,開花前(5月7日),開花後(5月29日),入梅前(6月6日),入梅後(7月20日),全散布とし,発病の確認は散布直前に行った($p < 0.01$).

結果

2018年葉面散布処理別が発病と発病率に与ぼす影響と発病経緯

散布時期	病名	5月12日	5月29日	6月5日	7月3日	7月17日	7月31日	8月23日	9月16日
無	発病(株)	0	0	12	30	51	53	55	59
	発病率(%)	0	0	10.7	26.8	45.5	47.3	49.1	52.7
開花前	発病(株)	0	0	3	12	15	20	23	29
	発病率(%)	0	0	2.7	10.7	13.4	17.9	20.5	25.9
開花後	発病(株)	0	0	0	2	8	14	15	18
	発病率(%)	0	0	0	1.8	7.1	12.5	13.4	16.1
入梅前	発病(株)	0	0	0	0	3	9	19	22
	発病率(%)	0	0	0	0	2.7	8.0	17.0	19.6
入梅後	発病(株)	0	0	6	29	51	39	40	40
	発病率(%)	0	0	5	26	46	35	36	36
開花後 梅雨後	発病(株)	0	0	0	2	5	3	3	5
2回散布	発病率(%)	0	0	0	1.8	4.5	2.7	2.7	4.5
全4回散布	発病(株)	0	0	0	0	2	0	1	0
	発病率(%)	0	0	0	0	1.8	0.0	0.9	0.0



2018年,葉面散布時期は,無,開花前(5月12日),開花後(5月29日),入梅前(6月5日),入梅後(7月17日),全散布とし,発病の確認は散布直前に行った($p < 0.01$).

結果

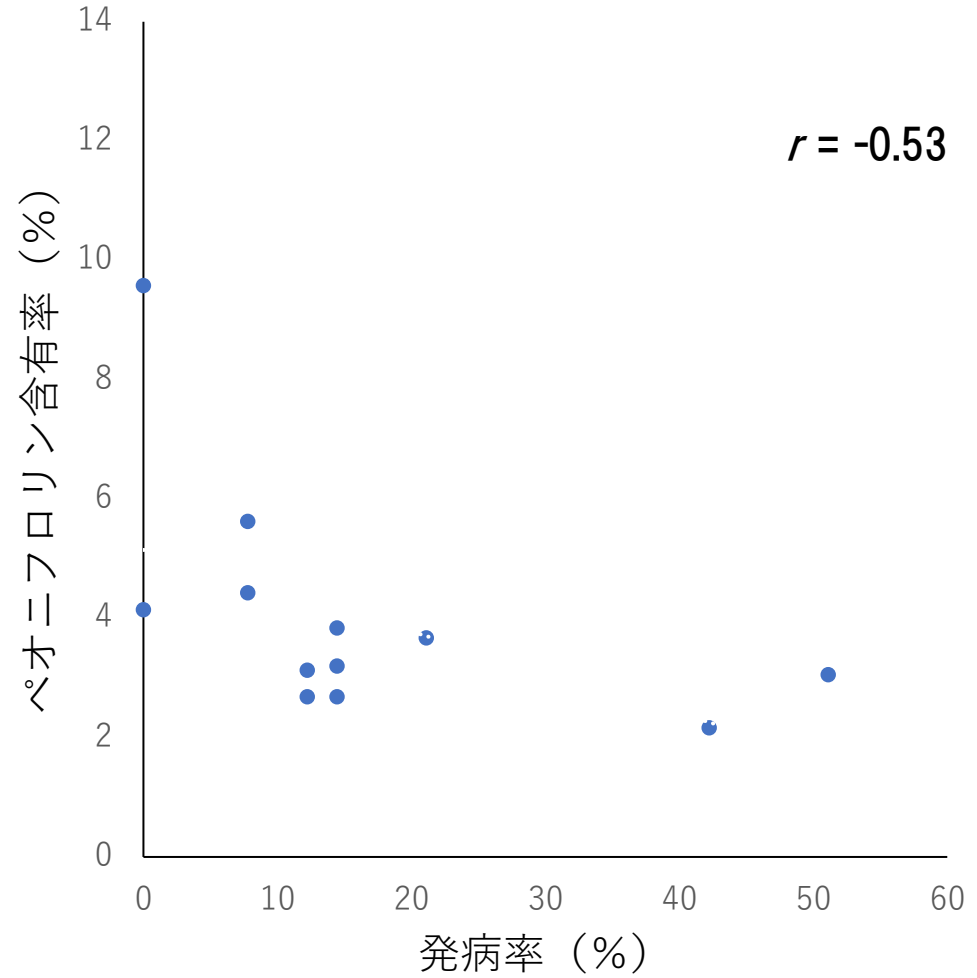
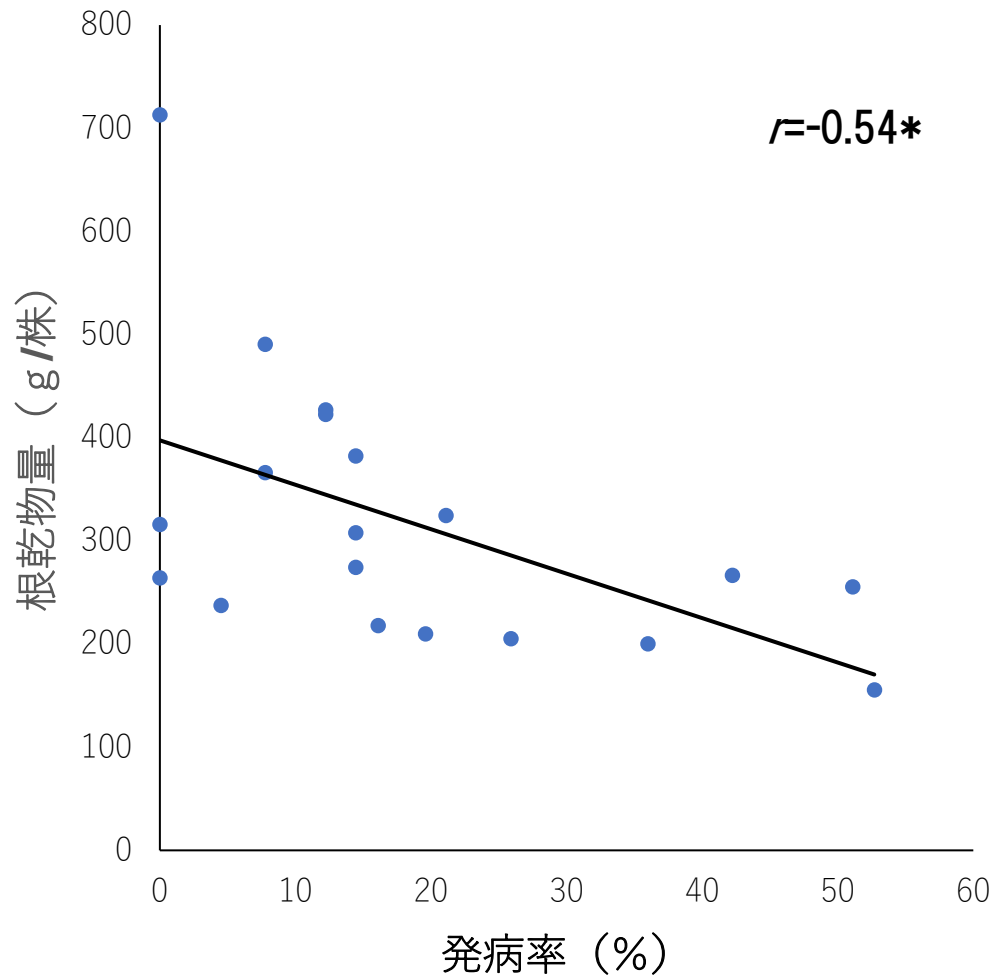
2015年葉面散布処理が根乾物量とペオニフロリン含有率に与ぼす影響

葉面散布	乾物量(g/株)			ペオニフロリン含有率(%)		
	根	葉	茎	根	葉	茎
無	266.6 ±16.9 d	16.4 ±0.6 c	8.0 ±0.5 b	2.2 ±0.1	2.0 ±0.2	0.4 ±0.02 b
開花前	382.3 ±12.8 c	22.5 ±2.2 b	12.6 ±0.4 a	2.7 ±0.5	1.9 ±0.2	0.5 ±0.03 b
開花後	490.6 ±51.8 b	31.2 ±0.5 a	9.3 ±0.3 b	4.4 ±0.8	1.6 ±0.7	1.3 ±0.3 a
入梅前	422.4 ±57.7 bc	33.5 ±0.4 a	11.6 ±0.3 a	3.1 ±0.4	1.1 ±0.4	0.6 ±0.1 b
入梅後	427.0 ±14.7 bc	33.4 ±0.6 a	11.7 ±0.3 a	2.7 ±0.4	0.9 ±0.2	1.0 ±0.3 a
4回	713.0 ±8.2 a	38.7 ±3.5 a	10.9 ±0.8 a	4.1 ±0.8	1.9 ±0.2	1.8 ±0.1 a

注) 平均値±標準誤差を示す。

異なる英添字は有意差($p < 0.05$)があることを示す。

結果



発病率と根乾物量及びペオニフロリン含有率との相関

総括



花→鑑賞

葉・茎→飲用茶



根→生薬・化粧品

化粧品：保湿、細胞の保護や自己回復力に寄与するタンパク質の向上(三省製薬)

薬機法上ペオニフロリン含有率2.00%以上 7

上記栽培の成果

中耕栽培	3年目以降の管理作業は根を傷つける 農作業時間が他の栽培方法に比べ多い 雑草との栄養競争を回避し,収量の増加
草生管理栽培	その年の環境によって雑草の種類や生育量が異なる 抑草技術に時間を要する 成分含有率の向上
リビングマルチ栽培	種苗代がかかる 播種のタイミングがやや難（発芽しない場合もある） 抑草効果に優れている 当初の発芽調整と枯死する時期の切り替えマルチを行うことで, 栽培期間中の抑草効果が発揮され,農作業効率が他の方法より増す 中耕より成分含有率の向上
バイオステイミュラント 葉面散布	管理作業負荷の増 即効での栄養の吸収 成分中の微生物叢により発病の原因である病原糸状菌の防除（清水2012） エネルギー生産の可能性（TCA回路）
プラソイラ耕耘	土圧の減少 ストレスの軽減 収量の増加 ペオニフロリン含有率基準クリアー
畝幅・株間の違い	収量とペオニフロリン含有率に影響あり 栽培年数を考慮し決定 植栽株重量と栽培年数,農作業方法により,効率的な栽培が可能

処理及び植栽条件別による売り上げ比較

売価1200円/kg								
売上試算		10a当り						
試験年	処理	栽培期間	植栽条件	植栽株数	収穫量kg	売上 円	1年換算売	割合
2014	中耕	2	90cm×50cm	2200	866.4	1039632	519816	1.6
2014	草生管理	2	90cm×50cm	2200	646.4	775680	387840	1.2
2015	葉面散布	3	90cm×30cm	3660	2609.5	3131400	1043800	3.2
2017	中耕	5	90cm×50cm	2200	1343.7	1612440	322488	1
2017	ムギマルチ	2	50cm×30cm	6660	1467.8	1761360	733390	2.7
2017	草生管理	2	50cm×30cm	6660	1370.8	1644960	685400	2.6
2017	ムギマルチ	2	60cm×30cm	5328	1174.2	1409040	704520	2.2
2017	草生管理	2	60cm×30cm	5328	1106.6	1327920	663960	2.1
2017	プラソイラ耕耘	3	90cm×50cm	2200	1272.0	1526400	508800	1.6
2018	プラソイラ耕耘	4	90cm×50cm	2200	1524.6	1829520	457380	1.4
2018	葉面散布	2	90cm×40cm	2750	726.0	871200	435600	1.4
2019	ムギマルチ	2	70cm×40cm	3500	1127.4	1352880	676440	2.1
2019	草生管理	2	70cm×40cm	3500	991.6	1189920	594960	1.8
2019	ムギマルチ	2	60cm×30cm	5328	1716.1	2059320	858074	3.2
2019	草生管理	2	60cm×30cm	5328	1509.4	1811280	754710	2.8

収穫年月	年数	処理区別	SPAD値	根乾物量g/株		成分含有率%	備考	畝幅×株間	株重量g/株	10a換算株収穫量kg	売 上		年換算売上	
											1800円/kg	1200円/kg	1800円/kg	1200円/kg
2017年10月	2	草生管理 マルチとの比較	54.1 ±2.8	207.7 ±4.5	3.3 ±0.1	米ぬか 土壌革命	90×50	350	2200	457.0	822542	548361	411271	274181
2017年10月	2	マルチ てまいらず	52.6 ±1.8	222.7 ±2.9	2.5 ±0.1	米ぬか 土壌革命	90×50	350	2200	489.8	881694	587796	440847	293898
2017年10月	2	中耕 マルチとの比較	61.7 ±2.6	259.1 ±8.9	1.95 ±0.03	米ぬか 土壌革命	90×50	350	2200	570.0	1025987	683991	512993	341996
2018年10月	2	草生管理 葉面散布2回	64.9 ±0.9	237.4 ±4.7	—	— 馬糞堆肥 土壌革命	90×40	1000	2750	653.0	1175318	783545	587659	391773
2018年10月	2	草生管理 葉面散布4回	75.1 ±1.3	264.0 ±4.3	—	— 馬糞堆肥 土壌革命	90×40	1000	2750	725.9	1306612	871075	653306	435537
2018年10月	2	草生管理 葉面散布無	54.8 ±1.5	155.6 ±5.5	—	— 馬糞堆肥 土壌革命	90×40	1000	2750	427.8	769973	513315	384986	256658
2019年11月	2	マルチ てまいらず	68.9 ±1.0	322.1 ±6.5	—	— 馬糞堆肥 土壌革命	70×40	1000	3500	1127.2	2029020	1352680	1014510	676340 ★★
2019年11月	2	草生管理 マルチとの比較	60.7 ±0.7	283.3 ±9.1	—	—	70×40	1000	3500	991.7	1785070	1190047	892535	595023 ★
2015年10月	3	草生管理 葉面散布4回	68.0 ±0.9	649.6 ±34.8	4.3 ±0.1	米ぬか 土壌革命	90×30	350	3660	2377.4	4279347	2852898	1426449	950966 ★★★
2015年10月	3	草生管理 葉面散布無	54.2 ±2.6	255.3 ±18.1	2.1 ±0.1	米ぬか 土壌革命	90×30	350	3660	934.4	1681916	1121278	560639	373759
2018年11月	4	草生管理 プラソイラあり	60.6 ±3.1	693.0 ±3.8	—	— 馬糞堆肥 土壌革命	90×50	800	2200	1524.7	2744430	1829620	686108	457405
2018年11月	4	草生管理 プラソイラ無	58.4 ±1.7	578.4 ±7.8	—	— 馬糞堆肥 土壌革命	90×50	800	2200	1272.4	2290365	1526910	572591	381728
2018年11月	4	中耕 プラソイラあり	66.5 ±3.1	701.9 ±5.4	—	— 馬糞堆肥 土壌革命	90×50	800	2200	1544.2	2779524	1853016	694881	463254
2018年11月	4	中耕 プラソイラ無	62.4 ±3.2	647.3 ±9.0	—	— 馬糞堆肥 土壌革命	90×50	800	2200	1424.0	2563173	1708782	640793	427196
2017年10月	5	草生管理 化成農薬不使用	98.7 ±1.0	788.2 ±26.9	2.3 ±0.1	米ぬか 土壌革命	90×40	350	2750	2167.6	3901590	2601060	780318	520212 ★
2017年10月	5	草生管理 化成農薬不使用との比較	66.9 ±2.1	559.3 ±14.0	6.2 ±0.4	米ぬか 土壌革命	90×40	350	2750	1538.1	2768535	1845690	553707	369138
2017年10月	5	中耕 中耕と草生管理との比較	68.1 ±3.8	610.8 ±3.5	2.9 ±0.04	米ぬか 土壌革命	90×50	350	2200	1343.8	2418768	1612512	483754	322502
2017年10月	5	草生管理 中耕と草生管理との比較	59.8 ±1.2	571.3 ±4.8	6.4 ±0.2	米ぬか 土壌革命	90×50	350	2200	1256.8	2262150	1508100	452430	301620

植栽方法による作業効率と収量の差異

A. 畝間 90cm	株間50cm	2200株	株間の除草が難	畝間の管理機が掛けづらい
B. 畝間100cm	株間40cm	2500株	管理作業容易で、収量も多い	
C. 畝間110cm	株間40cm	2250株	管理作業Bより容易であるが、収量はBより少ない	
D. 畝間130cm	株間40cm	1750株	管理作業が非常に容易であるが、全体の収量が少ない	

- 個体重量 $D > C > B > A$
- 全体重量 $B > C > A > D$
- 成分含有率は分析準備中

今後の展望

- みどりの食料システム戦略に則した栽培に取り組み,漢方薬ゆえに,農薬に頼らず,栽培が容易で,株分け後の栽培年数を短期化し,高収量と安定した薬用成分の両立が可能な栽培システムを構築する.
- **担い手を募り**,国内の耕作放棄地や中山間地の一部を薬用作物圃場とし,自給率を高めて行く.
- 薬用作物の**メガ圃場を作り**,効率的かつ経済的な作業を可能にするための大型機械(掘り取り機,散布機,プラソイラ,ローラークリンパー,深耕ロータリー等)を導入し官民の協力のもと実践を開始する.
- 生物多様性栽培の併用,農地の環境を利用したストレス栽培等を実施し,**肥料の自給的利活用**を行う.
- **植物工場など**を利用し**種子からの短期間で,多量生産栽培を検討**していく.
- 上記を一つ一つ実践することにより,漢方薬の原料の輸入国から輸出国へと転換する.この実現のためには,本研究の成果と経験を活かし,今ある技術を飛躍させ,地域に定着する技術として昇華させていく.

担い手の問題

- 減少(激減)
- 買取価格が低い 必要な貴重生薬も
- 栽培の難しさ 単年では出荷ができない生薬
- 中山間農地の利用 過疎化 担い手より少ない
- 耕作放棄地 利便性や地形地盤、地力等が問題
- 大農家から一般農家、家庭菜園家
- 価格の見直し

農薬不使用可能



収量増、クオリティー向上









農作物での事例

その効果の根拠

BSC活用資材による効果確認事例

農作物	農園名	場所	課題	BSC活用方法	主な成果	時期
メロン	つくば牡丹園	茨城県	ベト病、うどん粉病	サラブレッドみほ堆肥	課題解決 糖度15～19度	2023年
トマト	梅田農園	茨城県	ベト病、 うどん粉病 ネコブセンチュウ	サラブレッドみほ堆肥 スタンダード	課題回避 収量1.3倍 糖度2～3度アップ	2022年 2023年
トマト	岡野農園	茨城県	ベト病、青枯れ病 うどん粉病 ネコブセンチュウ	サラブレッドみほ堆肥 プレミアム	課題回避 収量2倍 糖度2～3度アップ	2017年～ 2022年
スイカ	小関農園	千葉県	ベト病、立ち枯れ うどん粉病 ネコブセンチュウ	サラブレッドみほ堆肥 プレミアム	課題回避 慣行農法で収量70% 堆肥使用後 収益2倍	2020年～ 2023年
ズッキーニ	きりちゃんふあーむ	茨城県	モザイク病	サラブレッドみほ堆肥	課題解決は50% 収量2倍	2022年 2023年
サツマイモ	某社	九州	基腐れ	サラブレッドみほ堆肥 スパープレミアム	発病区に500kg/10a追肥 キュアリング 冷蔵保管後も腐りなし	2022年
ルッコラ	石田農園	茨城県	ベト病	サラブレッドみほ堆肥 スタンダード	サラブレッド堆肥施肥後 ベト病発症せず	2020年
ネギ・白菜	S農園	茨城県	ベト病、軟腐病	サラブレッドみほ堆肥 スタンダード	サラブレッド堆肥施肥箇所 病気発症せず その他は発症	2019年～ 2023年
トウモロコシ	中島農園	茨城県	収量	サラブレッドみほ堆肥	収量 病気の発病もなし	2019年～ 2023年

トマト・大葉	久松農園	茨城県	糸状菌由来の病原菌 収量	サラブレッドみほ堆肥 スタンダード	課題解決 トマト250～500kg/2a/週収穫 大葉9000セット/週 9か月～12か月間収穫	2022年 2023年
ゴルフ場芝	ジェイゴルフ霞ヶ浦	茨城県	ラージパッチ ネグロチックリング	病気の芝を含む芝堆肥	課題解決 通常の発酵では6か月間発酵できず 弊社の発酵技術で3週間で発酵完了	2019年
玉ねぎ	長嶋農園	千葉県	収量	サラブレッドみほ堆肥 スタンダード	課題解決 収量約2倍 味辛みがなくなった	2020～ 2023年
サツマイモ	某社	茨城県	ネコブセンチュウ 収量	サラブレッドみほ堆肥 スタンダード	収量2～3倍	2022年
ジャガイモ	島田農園	茨城県	そうか病	サラブレッドみほ堆肥 スタンダード	課題解決 収量1.5倍	2020年
ショウガ	山崎農園	茨城県	収量	サラブレッドみほ堆肥 スタンダード	課題解決 収量約1.5倍	2020～ 2021年

2023年4月の分析では、拮抗菌として知られるバチルス属、シュードモナス属、ストレプトマイセス属の存在種等が確認され、その他にも未確認の微生物数種が確認されてる。病原菌におけるクオラム センシングの阻害。

馬糞完熟堆肥 サラブレッドみほ スーパープレミアム

堆肥	p H	E C	N	C	C/N	P2O5	K2O	CaO	MgO	SiO2	CEC
		mS/cm	%			%					meq/100g
	6.5	4.3	2.0	21.6	10.8	4.2	2.6	2.9	1.6	60.1	74.4

検体名	糸状菌	色耐菌	放線菌	細菌	嫌気性菌
プレミアム	46×10^5	3×10^3	41×10^{11}	91×10^{11}	29×10^9

微生物コミュニティ数

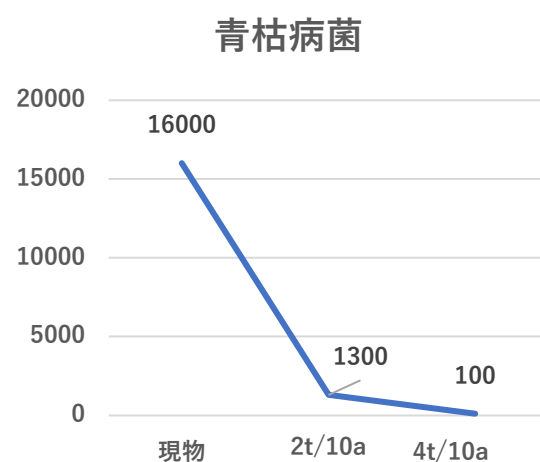
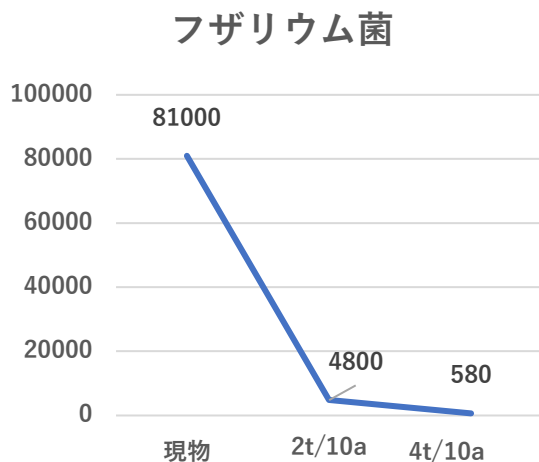
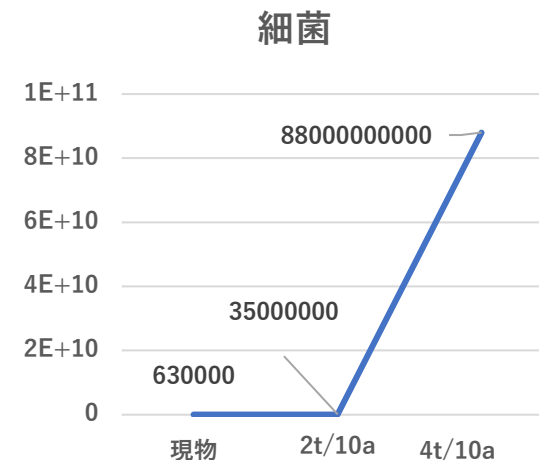
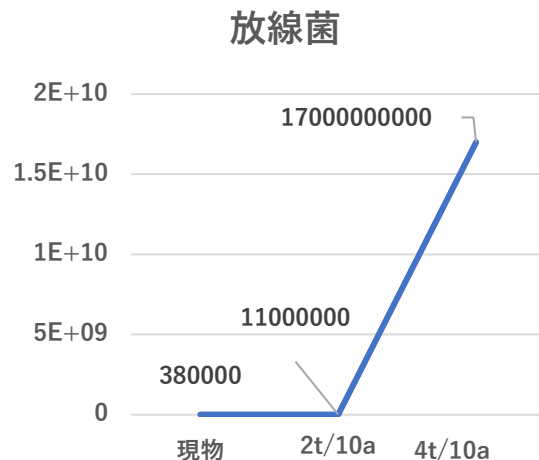
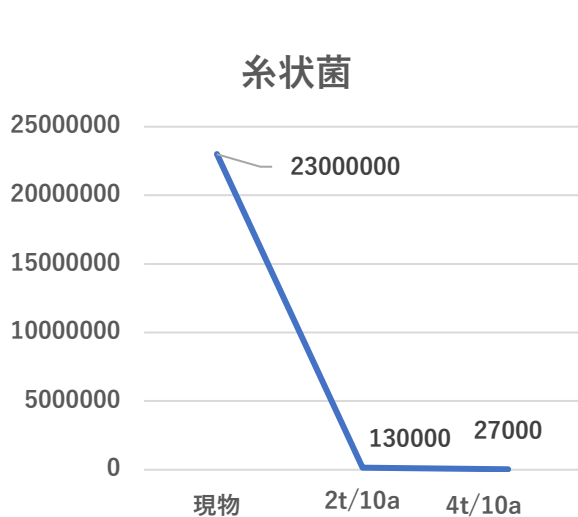
一般の肥沃な土壌には、1グラムの土壌の中に数10億にも及ぶ細菌が存在している(独立行政法人農業環境技術研究所,農業と環境No.66.2005.10)。

サラブレッドみほには、上記のように、1グラムの堆肥の中に、肥沃な土壌より膨大な数の細菌が存在している。

サラブレッド馬ふん活用時の微生物叢分析結果の比較

BSC活用	検体名	糸状菌	色耐菌	放線菌	細菌	嫌気性菌	バチルス菌	トリコデルマ菌
なし	美浦の野積馬糞	360,000	1,000	4,200,000	2,810,000	NA	NA	NA
一部あり	木質系他社製造	7,000	32,000,000	36,000,000	270,000,000	3,600,000	NA	NA
あり	スーパープレミアム	46,000,000	3,000	4,100,000,000,000	9,100,000,000,000	2,900,000,000	NA	NA
あり	プレミアム	4,900,000	8,000,000	3,900,000,000,000	83,000,000,000	64,000,000	NA	NA
あり	プレミアム	49,000,000	2,000,000	80,000,000,000	3,900,000,000	53,000,000	150,000,000	1,000
あり	スタンダード	3,100,000	240,000,000	250,000,000	4,500,000,000	28,000,000	NA	NA
あり	スタンダード	2,200,000	500,000	36,000,000	410,000,000	18,000,000	7,200,000	3,200
あり	木質系プレミアム	23,000,000	25,000,000	110,000,000	6,800,000,000	NA	NA	NA
あり	木質系スタンダード	6,500,000	1,100,000	24,000,000	13,300,000,000	NA	NA	NA

茨城県でのBSC活用事例(サラブレッド堆肥)



H30 発病の土壌とサラブレッドみほをコンタミした土壌の青枯土壌検査

拮抗菌の効果

細菌

- 放線菌
- シュードモナス
- バチルス

真菌

- トリコデルマ



拮抗菌微生物の特性

病気に対する拮抗菌

- *Bacillus subtilis*: 一部の株は、土壌病原体や植物病原体を抑制する抗生物質を産生することが知られています。
- *Pseudomonas fluorescens*: この菌の一部の株は、植物の病原体を抑制する物質を産生することが知られています。
- *Trichoderma* spp.: これは病原体菌の菌糸を直接攻撃することができる糸状菌です。また、植物の免疫反応を刺激する物質も産生します。
- *Streptomyces* spp.: これらの細菌は、多くの抗生物質を産生することで知られており、様々な植物病原体を抑制する効果があります。

害虫に対する拮抗菌

- *Bacillus thuringiensis* (Bt): この細菌は、特定の昆虫に対して毒性を持つタンパク質を産生します。このタンパク質は、昆虫の腸で活性化され、昆虫を殺す効果があります。特に、いくつかの害虫に対して効果的で、BtトウモロコシやBt綿といった遺伝子組み換え作物も開発されています。



サラブレットみほBSCによる苗づくり(目指すはエンドファイト)



ズッキーニモザイク病

発病後も収量は昨年の発病なし苗の約2倍 根張りも発病前と変わらず





ご清聴誠にありがとうございました

