

## 高温の夏に土壌改良をめざす

### － 持続可能な農業に向けた物理的防除技術の探究 －



福島県福島市立北信中学校  
教諭 菅野 俊幸

## 1 はじめに

本研究は、夏季の高温を活用した太陽熱養生処理（ソーラリゼーション）と、有機肥料の施用を組み合わせることで、土壌環境の改善と作物生育の向上を図ることを目的として実施した。近年、全国的に猛暑日が増加し、農作業中の熱中症リスクが高まっている。また、同じ畑での連作により、病害虫や雑草が増加し、農薬や除草剤への依存度が高まることが問題となっている。

太陽熱養生処理は、夏の強い日射を利用して土壌温度を上昇させ、病害虫や雑草種子を抑制する環境負荷の少ない技術である。さらに、土壌の団粒構造の改善、通気性・保水性の向上、微生物相のリセットなど、多面的な効果が期待されている。

本研究では、福島市の畑において、**コントロール区**（無施肥）、**マルチのみ区**（太陽熱処理）、**施肥区**（牛糞・鶏糞・米ぬか・牡蠣殻石灰・腐葉土・バーク）の3条件を設定し、土壌の物理性・化学性・生物性と、コマツナの生育を総合的に比較した。

中学生が主体となって計画立案からデータ分析までを行い、科学的探究のプロセスを実践的に学ぶことも大きな目的であった。

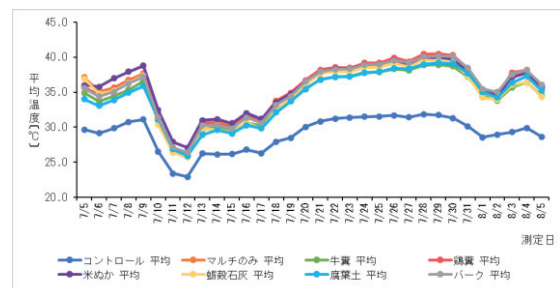


## 2-1 太陽熱養生処理による土壌環境の変化

### ● 土壌温度の上昇と積算温度

太陽熱養生処理を行った区画では、透明マルチによる温室効果により、日中の地温が大きく上昇した。積算温度 1000°C に到達するまでの期間は、コントロール区より 4~5 日短縮され、病害虫抑制に必要な温度条件を効率的に満たすことができた。

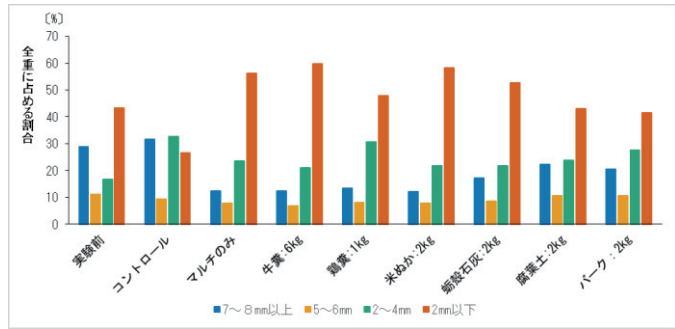
特に、鶏糞・米ぬか・牡蠣殻石灰区では温度上昇が早く、資材の種類によって熱伝導性や水分保持性が異なることが示唆された。



● 土壌の物理性の変化

ふるい分けによる粒度分析では、処理区で2mm以下の細粒の割合が増加した。これは、太陽熱により有機物が分解され、微生物が作る粘着物質が減少したことで、団粒構造が一時的に弱まったためと考えられる。通気性・排水性の測定では、

- ・ 牛糞区・米ぬか区で大きく改善
- ・ 牡蠣殻石灰区は、通気性は改善したが排水性は低下

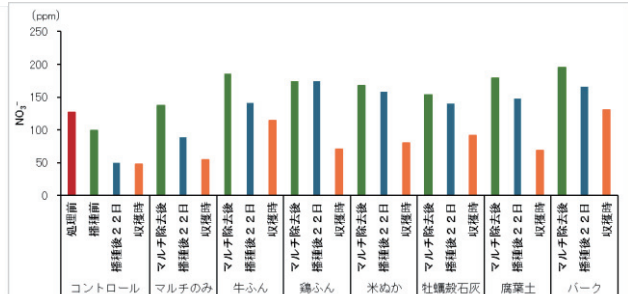
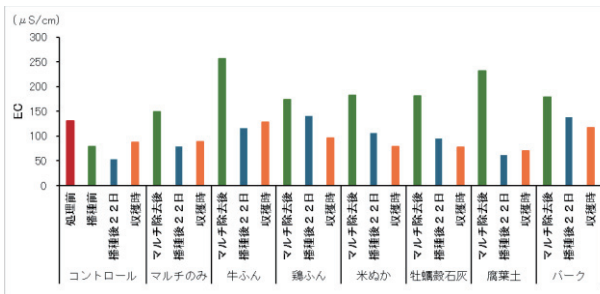
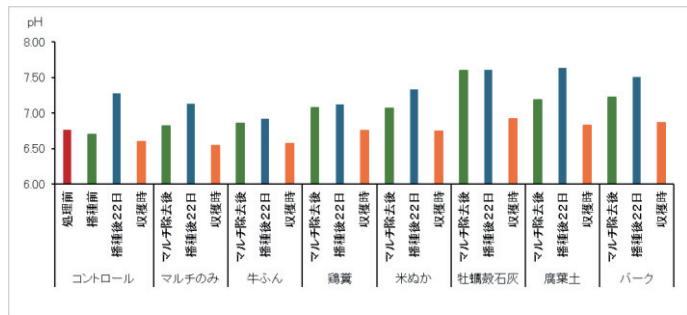


- ・ マルチのみ区は通気性が低下といった違いが見られ、資材の性質が物理性に強く影響することが明らかになった。

● 土壌の化学性の変化

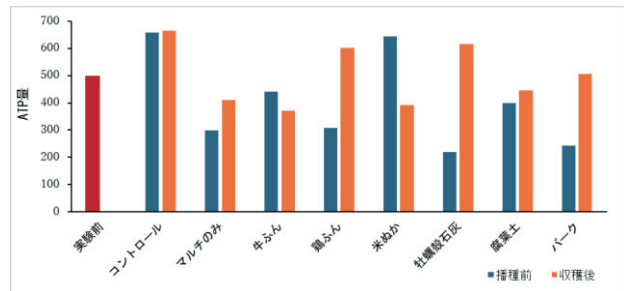
pHは処理後に上昇し、収穫時には低下した。

- ・ 有機物分解による一時的なアルカリ化
- ・ 作物の養分吸収・硝化作用による酸性化が複合的に影響したためである。
- ・ EC・硝酸イオン・カリウムイオンの変化からは、牛糞区・腐葉土区は栄養バランスが良く、安定した肥効を示す。
- ・ 鶏糞区は硝酸イオンが急増し、肥効が強い。
- ・ 米ぬか区は分解に時間がかかり、初期は窒素不足になりやすいといった特徴が確認された。

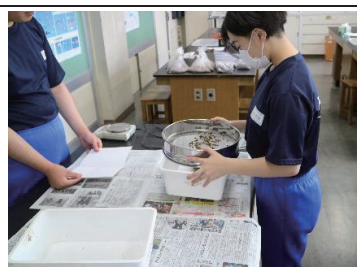


● 土壌の生物性 (ATP 量)

ATP量は、微生物の活動量を示す指標である。米ぬか区では処理直後にATP量が急増したが、収穫時には大きく減少した。これは、米ぬかが微生物の急増を促す一方で、窒素不足を招き、後半に活動が低下したためと考えられる。一方、鶏糞・牡蠣殻石灰・バーク区ではATP量が増加し、微生物活動が活発であることが示された。



土壌採取



ふるいでの分類



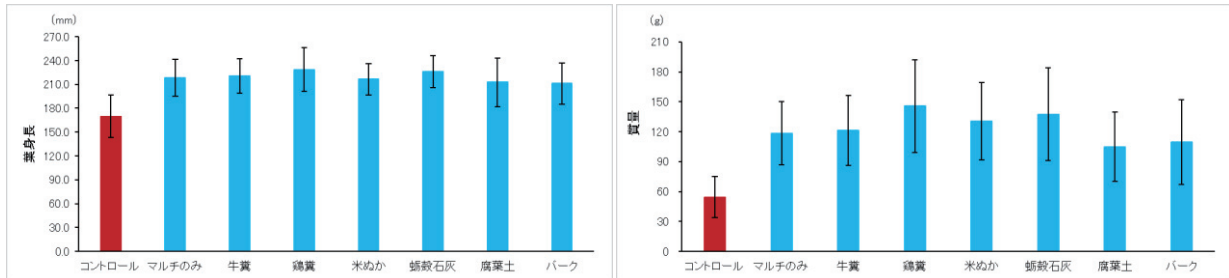
排水性の測定

## 2-2 コマツナの成長比較と施肥効果

### ● 生育指標の比較

葉身長・葉身幅・新鮮重・SPAD 値のすべてにおいて、施肥区はコントロール区より高い値を示した。特に、

- ・ 鶏糞区：窒素が豊富で葉の成長が著しい。
- ・ 牡蠣殻石灰区：pH 調整とカルシウム供給により健全な生育が確認された。
- ・ 牛糞区：栄養バランスが良く、安定した成長が確認された。



### ● SPAD 値（葉緑素量）

SPAD 値は光合成能力の指標であり、鶏糞・牡蠣殻石灰・米ぬか区で高い値を示した。特に鶏糞区では、窒素供給が豊富で葉緑素量が増加し、光合成活性が高まったと考えられる。

### ● 相関分析から見た土壌と成長の関係

相関分析の結果、以下の関係が明らかになった。

- ・ 細粒化した土壌ほど成長が良い（葉身長との相関 0.88）。
- ・ 播種前の硝酸イオン濃度が成長と強く相関（0.77）。
- ・ ATP 量は多すぎると成長を阻害（負の相関）。

これらの結果から、物理性・化学性・生物性のバランスが整った土壌が、作物の健全な成長に寄与することが示された。

### 施肥の違いと土壌性質の効果の違い

分類	測定項目	コントロール	マルチのみ	牛糞	鶏糞	米ぬか	牡蠣殻石灰	腐葉土	バーク	
物理的性質	土壌温度		◎	○	◎	◎	◎	○	◎	
	土壌粒子				○			◎	◎	
	通気性		×	◎		◎	○	○		
	保水性	ほぼ同じ								
	排水性		○	◎		◎	×		○	
化学的性質	pH			○	○	○		◎	◎	
	EC			◎	○	○	○	◎	○	
	硝酸イオン			◎	○	○		○	◎	
	カリウムイオン			◎	○	○		◎	○	
生物的性質	ATP		○		◎	×	◎	○	◎	
	コマツナの成長			◎	◎		◎			

※ コントロールと比較した差が大きかったものを◎、やや差があるものを○、下がるものを×としてあらわした



### 3 まとめ

本研究では、太陽熱養生処理と複数の有機肥料を組み合わせ、土壌環境とコマツナの生育への影響を検証した。処理区は土壌の物理性・化学性・生物性のすべてでコントロール区と異なり、改善効果が確認された。特に、積算温度 1000℃への到達が 4~5 日早まったことは、太陽熱養生処理が病害虫抑制に必要な温度条件を効率的に確保できる技術であることを示す重要な成果である。

物理性では、太陽熱処理により細粒化が進み、牛糞区や米ぬか区で通気性・排水性が改善した。これは、太陽熱が土壌構造を変化させる改良技術として働くことを示している。

化学性では、肥料ごとの特徴が明確に表れた。牛糞区と腐葉土区は栄養バランスが良く、鶏糞区では硝酸イオンが急増して強い肥効が確認された。米ぬか区は分解が遅く、初期に窒素不足が生じやすい点が課題として示された。これらは、目的に応じた資材選択の重要性を示している。

生物性（ATP 量）では、太陽熱処理直後に微生物活動が低下するものの、回復過程で肥料の違いが大きく影響した。特に鶏糞・牡蠣殻石灰・バーク区では ATP 量が増加し、微生物相が活性化していることが示された。

コマツナの生育では、葉身長・葉身幅・新鮮重・SPAD 値のすべてで施肥区が優れ、特に鶏糞・牡蠣殻石灰・牛糞の効果が大きかった。相関分析からは、細粒化した土壌ほど生育が良いこと、播種前の硝酸イオン濃度が成長と強く関係することなど、土壌環境と生育の因果関係を裏付ける結果が得られた。

以上より、太陽熱養生処理は、病害虫抑制、土壌構造の改善、肥料成分の分解促進、微生物相のリセットといった多面的な効果を持つ、持続可能な農業に資する有効な技術であることが明らかになった。

さらに、本研究は中学生が主体的に実験計画・データ収集・分析を行った点に教育的価値がある。科学的思考力や課題解決力が育成され、地域の農業課題を扱う探究活動として、学校と地域をつなぐ学習モデルとなった。

### 謝 辞

本研究の遂行にあたり、福島大学 食農学類 農業生産学コース 二瓶直登教授より多大なご指導を賜りました。また、土壌改良に関する実験指導をいただいた鈴木治氏に深く感謝申し上げます。

さらに、本研究に必要な薬品・実験器具等をご支援いただいた公益財団法人 中谷財団に心より御礼申し上げます。

### 参考文献

1. 三澤明久 (2023) .『BLOF 理論で有機菜園』一般社団法人 農山漁村文化協会.
2. サンビオティック「太陽熱消毒処理（養生処理）マニュアル」 (sunbiotic.com in Bing)
3. 浅野陽樹 (2019) .「保水性・排水性・通気性の測定法」生物育成学習支援ステーション (SUNS) (nc3.suns-project.com in Bing)
4. 農研機構（中央農業研究センター）（2017年12月28日）「陽熱プラス 実践マニュアル」 (naro.go.jp in Bing)
5. 農研機構 (2015) 「太陽熱土壌消毒は高温における硝化活性を高める」  
[https://www.naro.go.jp/project/results/laboratory/narc/2015/narc15\\_s18.html](https://www.naro.go.jp/project/results/laboratory/narc/2015/narc15_s18.html)