

【論文】

ホウレンソウ内硝酸イオン濃度の低減に対する竹パウダーの効果

京都光華女子大学 高野 拓樹

1 日本の竹林の現状

イネ科に属する竹は、イネ科の中でも原始的なものとされており、成長スピードが極めて速いことが特徴である。非常に競争力のある植物であり、冬でもほとんど葉を落とさないため、密集した竹林の林床は日光が届きにくいことから、他の植物を寄せ付けにくい。日本に生息する竹には、モウソウチク、ハチク、キッコウチクなどをはじめ数十種類あり、最もよく目にする竹はモウソウチクである。日本ではこの種の面積が最も大きい。モウソウチクは 1736 年に中国から薩摩（現、鹿児島県）に渡来した外来種である¹⁾。このため、都道府県の中では南へ行くほど竹林面積が大きい傾向にあり、鹿児島県が最も大きく（18 千 ha）、次いで大分県と福岡県となる（14 千 ha）。そして、京都大学の立地する京都府は高知県に並んで全国で 10 番目に大きい竹林面積を有する（5 千 ha）²⁾。

竹は丈夫で腐りにくい性質から、これまで生活用品や建築材料の一部に使われてきたが、プラスチック製品の誕生により、現在ではほとんど使われなくなっている。このため、竹産業の衰退と共に竹林面積は拡大し続けており、放置竹林における地滑りや、他の生態系への侵入が問題となっている。一般に竹林は「傘をさして歩くことができる程度」が良いとされているが、現在、多くの竹林が放置された状態となっている。図 1 に整備された竹林(a)と放置された竹林(b)の違いを示す。整備された竹林の林床は明るく地被類が生息しているが、放置された竹林は薄暗く、朽ちた竹が倒れそうになっている。



(a) 整備された竹林

(b) 放置された竹林

図 1 整備された竹林(a)と放置された竹林(b)の違い（京都府向日市にて撮影）

2 竹資源有効利用の可能性

2.1 竹を粉末状（竹パウダー）にして農業に利用する方法

既述のような放置竹林問題を解決するため、竹産業や自治体ではさまざまな竹の有効活用に関する取組が行われているが、本論では、竹を粉末状の竹パウダーにして農業に応用する方法に注目したい。この竹パウダーを農業に利用する方法は、農家の橋本によって開始され、橋本はこれをバイケミ農法とよんでいる³⁾。竹の組織は多孔質構造になっており、その中には豊富なデンプン粒が詰まっている(図2)。

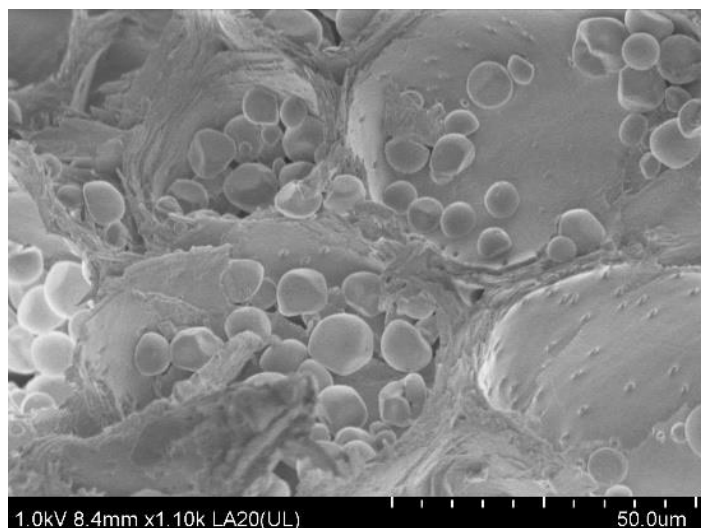


図2 竹の多孔質構造内のデンプン粒（京都大学ナノテクノロジーハブ拠点にて撮影）

このデンプンはグルコース（ブドウ糖）を構成単位とする多糖類であり、竹パウダーが肥料として土壤に散布されると、これらが加水分解されてD-グルコース、すなわちブドウ糖になる。また、竹には鉄、マグネシウム、カルシウムなどのミネラルも多く含まれ、このようなブドウ糖やミネラルは土着菌のエサとなり、特に乳酸菌（竹自体にも乳酸菌は生息）が自然に増えやすい状態を作るとされている。しかし、よく知られているように、竹の外側表面はケイ酸質を多く含む硬い外皮で覆われている。さらに、セルロースとヘミセルロースからなるミクロフィブリルの骨格と、リグニンがその骨格内に充填された構造は鉄筋コンクリートにも例えられるほど極めて強固な構造体を形成している。このため、竹をそのまま土壤中に差し込んでも自然に分解されることはほとんどない。竹を肥料として使用する際には、竹内部のデンプンを暴露するように竹を粉砕してパウダー状にすることが重要であり、既述の橋本は「植繊機」とよばれる粉砕機を開発し、これを可能にした³⁾。

このような竹パウダーを農業に利用して成功した事例がいくつか報告されている。山形県のサクランボ農家では、不作の年にサクランボがブドウのように実を付けたという報告がある⁴⁾。香川県のモモ農家では、竹パウダーを施肥することでモモの平均糖度が2度向上したとある⁵⁾。また、岐阜県のトマト農家では、元肥といっしょに竹パウダーをすき込んだところ、硬く大きなトマトができた⁶⁾。その他、イネの茎の直径が太くなった、イチゴの甘さが増した、イチジクの糖度が増し大きく実ったなど、多くの喜ばしい報告がある⁷⁾。

これらの症例報告については、上述の橋本によって提唱された農法を忠実に再現、または応用したも

のである。竹のデンプンをエサとして竹自体に付着していた、あるいは土着菌として生息していた乳酸菌が増えることは容易に想像できる。著者も竹パウダーを入れた袋から強いアルコール臭を嗅いだことがあることから、おそらく、ブドウ糖が乳酸菌等によってさらに分解され、エタノール発酵が起きているのであろう。また、デンプンやセルロースなどが分解されてグルコース（ブドウ糖）となり、これらが根から吸収され、味覚の甘みを生じさせたり、植物を丈夫にしたりする橋本の見解⁸⁾も植物生理学の観点から説明できよう。

2.2 微生物を用いた農法

このような微生物の働きに着目した農法がかつて大きな波紋を広げた。EM (effective microorganisms) 資材を利用した農法（以下、EM 農法）である。EM 農法とは比嘉が1982年に提唱した農業技術で、80種類以上の有効微生物が共存する溶液と、それを利用したぼかしを利用する農法である⁹⁾。このようなEM 農法を適用して、効果があったとする報告がいくつかある。中国で11年間にわたり行われた研究では、従来の施肥よりも小麦の収穫量が増加し、栄養分が増加したとある¹⁰⁾。また、EM 資材を使うことによって米の収穫量が増加したという報告もある¹¹⁾。さらに、EM 資材によって土壌の窒素や炭素が増加し、マリーゴールドやカレンテュラのカロチノイドが増加した¹²⁾等、複数の報告がある。

しかし、日本国内においては、後藤らによって、ぼかし材料にEM 資材を添加しても化学性と窒素無機化量になんら変化は認められなかった、EM ぼかしの効果は有機質肥料と同様の肥料効果に過ぎない等と評価され、これらの農法を科学的に容認することはできないとする報告が複数ある¹³⁻¹⁶⁾。一方、小杉らは、EM ぼかし（ここでは、米ぬか、魚かす、なたね油かすに微生物液を入れて一週間嫌気発酵させたもの）を用いて、キャベツの育成促進効果及び、根こぶ病の抑制効果を検討した結果、EM ぼかし区は根こぶ病を抑制したと報告している¹⁷⁾。また、中井らは、有用微生物群を活用したEM 農法の方が、慣行農法に比べて抗酸化力・糖度の高いダイコンを栽培できたと報告している¹⁸⁾。

このように微生物の働きに注目した農法については、科学的な根拠が不十分とする一方、症例報告として様々な効果が報告されているのもまた事実である。なお、これらのEM 農法と前述の竹パウダー農法の違いは、EM 農法が微生物自体の存在によって効果があるのに対し、竹パウダーを利用した農法は竹内部に微生物のエサとなるデンプンが含まれており、デンプンが微生物によって分解されてきたブドウ糖が植物の成長に関係しているという点である。

2.3 竹パウダーによるハウレンソウ内硝酸イオン濃度の低減効果—本研究の目的—

野菜中の硝酸イオンは過剰摂取すると乳幼児におけるメトヘモグロビン血症の他、亜硝酸と魚肉等に含まれるアミン類との反応によって生ずるニトロソアミンの発がん性の問題が注目されており、野菜中の硝酸イオン濃度の低減は栽培上の課題となっている。このため農林水産省では、2002年から2004年にかけて野菜中の硝酸イオン濃度に関する研究を行った。ここで、特に硝酸イオン濃度が高い野菜であるハウレンソウについては、EUの基準値(3500ppm)に対して、日本における含有量は 3560 ± 552 ppmと報告している¹⁹⁾。しかし、高野らによると、実際にはこれよりも高濃度の硝酸イオンが含まれるハウレンソウ(3700~4600ppm)が市販されているのが現状である²⁰⁾。

ホウレンソウ内の硝酸イオン濃度は、窒素施用量が増すと増加することが分かっている²¹⁾。つまり、ホウレンソウ内の硝酸イオン濃度を低減するためには、肥料としての窒素施肥量を制限する必要がある。窒素は植物の育成のためには最も重要な成分のひとつであるが、建部らは、ホウレンソウが成長のために必要とする窒素量と窒素施肥量を近い値にすることにより、収穫量を落とすことなく硝酸イオンを低減できたと報告している²²⁾。また、杉田らはホウレンソウの硝酸イオン濃度と収穫後土壌の無機態窒素量との相関が認められ、収穫後土壌の無機態窒素量が 10mg/100g 以下の場合、ホウレンソウの硝酸イオン濃度は概ね 3000mg/kg 以下となったとしている²³⁾。さらに、浅野らは 20%の減肥を行うことで収穫量を確保しながら作物体の硝酸イオン濃度を 22%低減でき、さらに、局所施肥法を採用することで 12%の増収と 34%の硝酸イオン濃度低減効果が得られたと報告している²⁴⁾。

硝酸イオン濃度の低減とホウレンソウの健全な育成は、本来相反するものである。このため、実際の農業では、収穫量を減らさない程度に減肥し、硝酸イオン濃度を低減するという技術的かつ経験的に高いレベルが要求されるだろう。一方、既述の橋本の竹パウダーを使った農法では、竹パウダーを土壌に施肥することで、図 3 に示すように、ホウレンソウ内の硝酸イオン濃度を大幅に低減したことを報告している²⁵⁾。ただし、ここではホウレンソウの収穫量や品種、竹パウダーの施肥量については言及されていない。

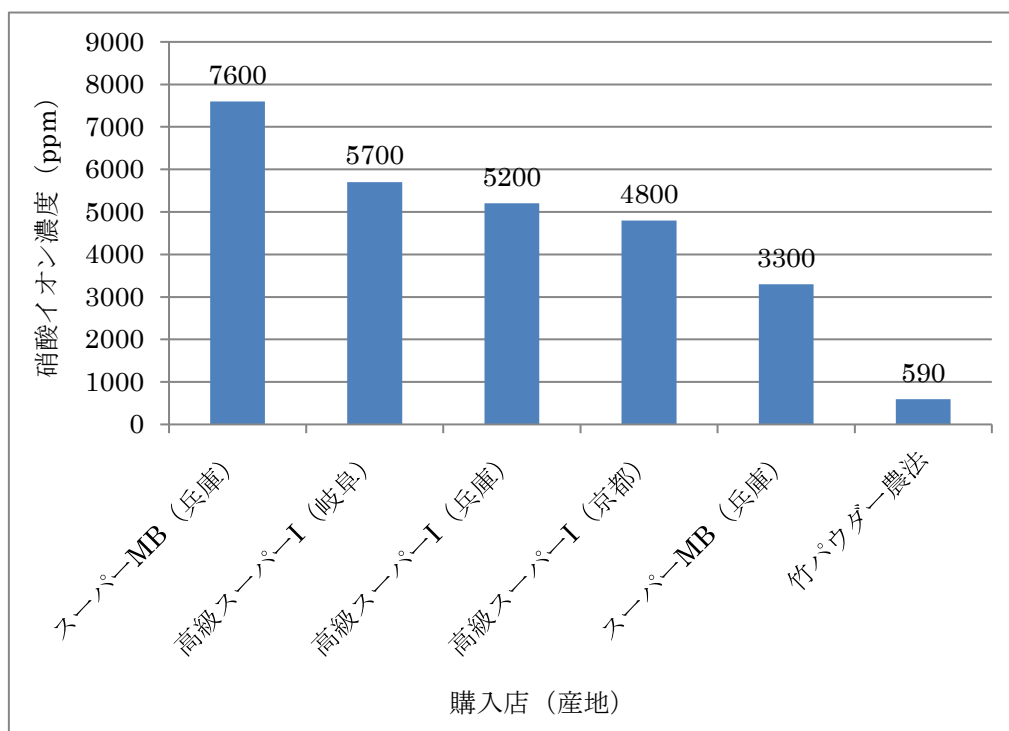


図 3 竹パウダー農法によるホウレンソウ内硝酸イオン濃度の減少 (2004 年 5 月 19 日測定)
(出典:「竹肥料農法 バイケミ農法の実際」農文協²⁵⁾から著者作成)

もし、これらの効果が竹パウダーや土壌に生息する乳酸菌によるものであれば、乳酸菌の生育温度と土壌温度、さらに土壌窒素量とも関係してくるだろう。そこで、本研究では 2017 年と 2018 年の春作ホウレンソウについて、2017 年は温度環境の異なる 2 種類の条件で、竹パウダーによるホウレンソウ内硝

酸イオン濃度低減効果の再現性や収穫量について検討した。そして2018年は、昨年の結果との比較の観点から、竹パウダーの施肥量と収穫量の関係について実験的に検討することとした。

3 実験方法

3.1 ホウレンソウの育成条件

3.1.1 2017年春作ホウレンソウ栽培

ホウレンソウはアクセラ（タキイ種苗）を用いた。また、市販の培養土（アイリスオオヤマ 培養土 花・野菜の培養土 ゴールデン粒状培養土）を使用した。この培養土を2種類のプランター（525mm×115mm, 土の容量16L）とプランター（375mm×215mm, 土の容量22L）に入れ、合計4つの土壌を整えた。さらに、竹パウダーの効果を確認するため、2つのプランターには、竹パウダー：培養土=1：8の体積比率で、竹パウダーをすき込んだ。なお、竹パウダーは兵庫県三田市の竹林から伐採されたモウソウチクを粉砕によってデンプン粒が暴露された状態（図2）のものを使用した。また、温度による育成の違いを検討するため、比較的気温が高い屋上と、地上にそれぞれ設置した。

3.1.2 2018年春作ホウレンソウ栽培

ホウレンソウの品種は2017年同様、アクセラ（タキイ種苗）を用いた。屋上に設置されている大型プランタ（2500mm×120mm）を使用し、予め整えられた土壌に上記の培養土を追加した。さらに、2つの畝を作成し、片方の畝には上記と同じ竹パウダーを、竹パウダー：培養土=1：3の体積比率ですき込んだ。

3.2 硝酸イオン濃度の測定

ホウレンソウ内の硝酸イオン濃度の測定には、簡易測定器（堀場製作所 LAQUAtwin 硝酸イオン作物体用 B-741）を用いた。測定原理はイオン電極法であり、測定必要試料量は0.3L以上とする。測定範囲は、100～9900 ppm(mg/L)であり、測定精度は±10%（読み値に対して）である。本研究では、収穫後のホウレンソウをその場で圧搾後、葉と茎のそれぞれからの搾り汁数的を測定した。

4 実験結果

4.1 2017年春作ホウレンソウの育成状況と硝酸イオン濃度

ホウレンソウ収穫時（2017年5月18日、種蒔きは2017年4月13日）の育成状況を図4に示す。屋上栽培のホウレンソウが地上栽培よりも葉が大きく成長し、さらに、竹パウダーを入れた条件の方が大きく成長していた。地上栽培のものは育成が悪く食用とはなりにくいが、それぞれの条件から比較的大きい葉を10枚選び、葉の縦幅を測定した（図5）。屋上栽培における竹パウダーの有無を比較すると、竹パウダーを用いた場合の平均値は27.5cmであり、竹パウダーなしの場合（23.8cm）よりも大きく、この差は有意であった（ $p<0.01$ ）。一方、地上栽培については、竹パウダーを用いた場合の平均値は10.8cmとなり、竹パウダーなしの場合が10.0cmで有意な差は得られなかった（n.s.）。

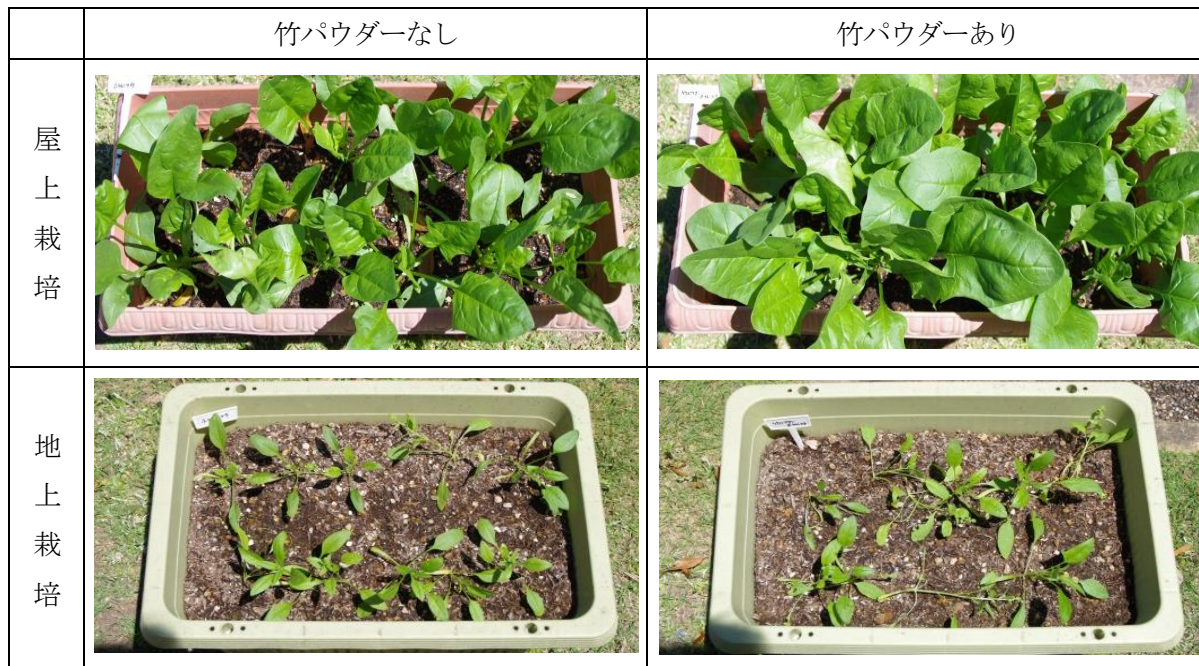


図4 ホウレンソウの育成状況 (2017年春作)

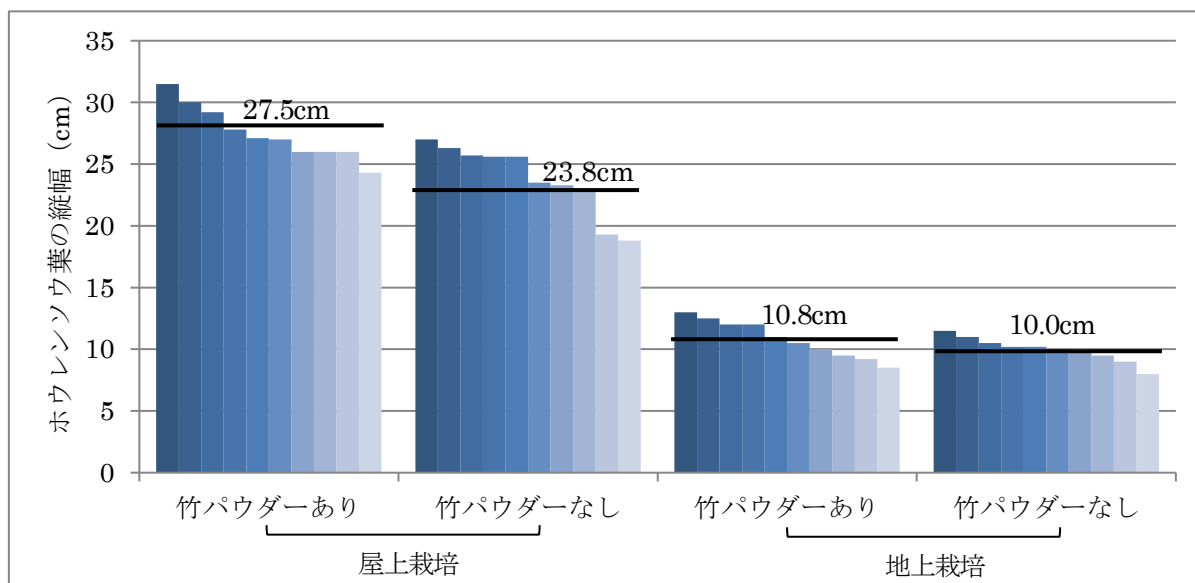


図5 ホウレンソウ葉の縦幅 (2017年春作)

次に、図6にホウレンソウ内硝酸イオン濃度の測定結果を示す。同図(a)に示すように、ホウレンソウの葉の部分について、竹パウダーありの場合は250ppmであり、竹パウダーなしの場合(650ppm)よりも低減されていた。一方、地上栽培については、竹パウダーありの場合は3100ppm、竹パウダーなしの場合は2200ppmとなり、竹パウダーによる硝酸イオン濃度の低減効果は得られなかった。つまり、屋上栽培の場合にのみ、竹パウダーによる硝酸イオン濃度低減効果を確認することができた。

次に、同図(b)に、ホウレンソウの茎の部分の硝酸イオン濃度の測定結果を示す。ここでは測定に必要な搾り汁の採取量が少なかったため、複数の株を压榨し1~2回の測定とした。屋上栽培したホウレンソウについては、竹パウダーありの場合は240と270ppmであり、竹パウダーなしの場合(1500ppm)よりも低減されていた。一方、地上栽培したホウレンソウについては、竹パウダーありの場合は5500ppm、竹パウダーなしの場合は4200ppmとなった。従って、茎の部分についても葉の部分の結果と同様、屋上栽培の場合のみ、竹パウダーによる硝酸イオン低減効果を得ることができた。また、竹パウダーの有無にかかわらず、地上栽培よりも屋上栽培の方が硝酸イオン濃度の低減効果が確認できた。

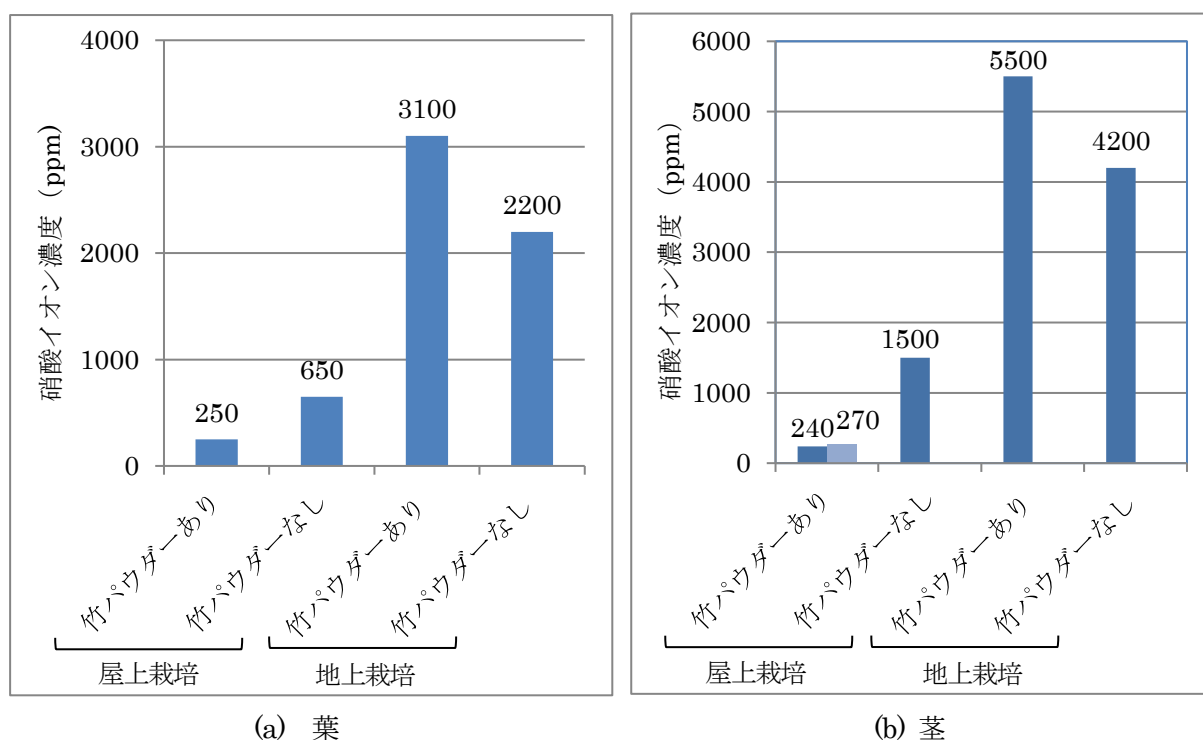


図6 ホウレンソウ内硝酸イオン濃度 (2017年春作)

4.2 2018年春作ホウレンソウの育成状況と硝酸イオン濃度

2017年春作ホウレンソウの実験では、屋上栽培の方が地上栽培よりも硝酸イオン濃度が低減することが明らかになった。そこで、2018年の春作ホウレンソウについては、すべて屋上栽培にすることとし、竹パウダーによる硝酸イオン濃度の低減効果を明確にするため、竹パウダーの施肥量を増加させた(竹パウダーと培養土の堆積比率を1:8から1:3に変更)。

ホウレンソウ収穫時(2018年5月31日、種蒔きは2018年4月21日)の育成状況を図7に示す。2017年春作の時とは逆に、竹パウダーを入れた条件の方がホウレンソウの育成状況が悪く、一部食用となりにくい株もあった。それぞれの条件から比較的大きい葉を15枚選び、葉の縦幅を測定した(図8)。屋上栽培における竹パウダーの有無を比較すると、竹パウダーを用いた場合の平均値は11.5cmであり、竹パウダーなしの場合(29.1cm)よりも小さく、この差は有意であった($p < 0.001$)。



図7 ホウレンソウの育成状況 (2018年春作, 左畝が竹パウダーあり, 右畝が竹パウダーなし)

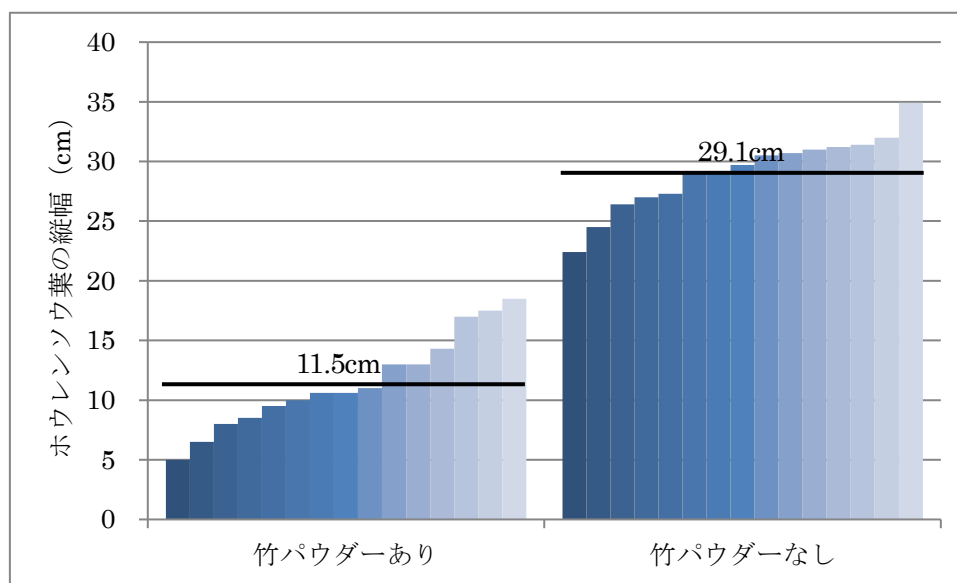


図8 ホウレンソウ葉の縦幅 (2018年春作)

図9にホウレンソウの葉における硝酸イオン濃度の測定結果を示す。同図(a)に示すように、ホウレンソウの葉の部分について、竹パウダーありの場合は630~3000ppm (平均濃度1400ppm)、竹パウダーなしの場合は820~1600ppm (平均濃度1187ppm)となり、竹パウダーによる硝酸イオン濃度の低減効果は得られなかった。しかし、竹パウダーを用いた土壌で栽培したホウレンソウの中でも食用となりうるが比較的小さいサイズのホウレンソウの平均濃度が700ppmとなり、竹パウダーを用いない場合に比べて硝酸イオン濃度の低減効果を示していた ($p < 0.1$)。

次に、同図(b)にホウレンソウの茎の部分の硝酸イオン濃度の測定結果を示す。竹パウダーありの場合は20~3300ppm (平均濃度865ppm)、竹パウダーなしの場合は1100~5800ppm (平均濃度2817ppm)となり、竹パウダーによる硝酸イオン濃度低減効果を確認することができた ($p < 0.001$)。そして、竹パウダーありの場合の内、比較的小さいサイズのホウレンソウの平均濃度は223ppmとなり、竹パウダーを用いることにより硝酸イオン濃度を10分の1以下にまで低減させることができた。

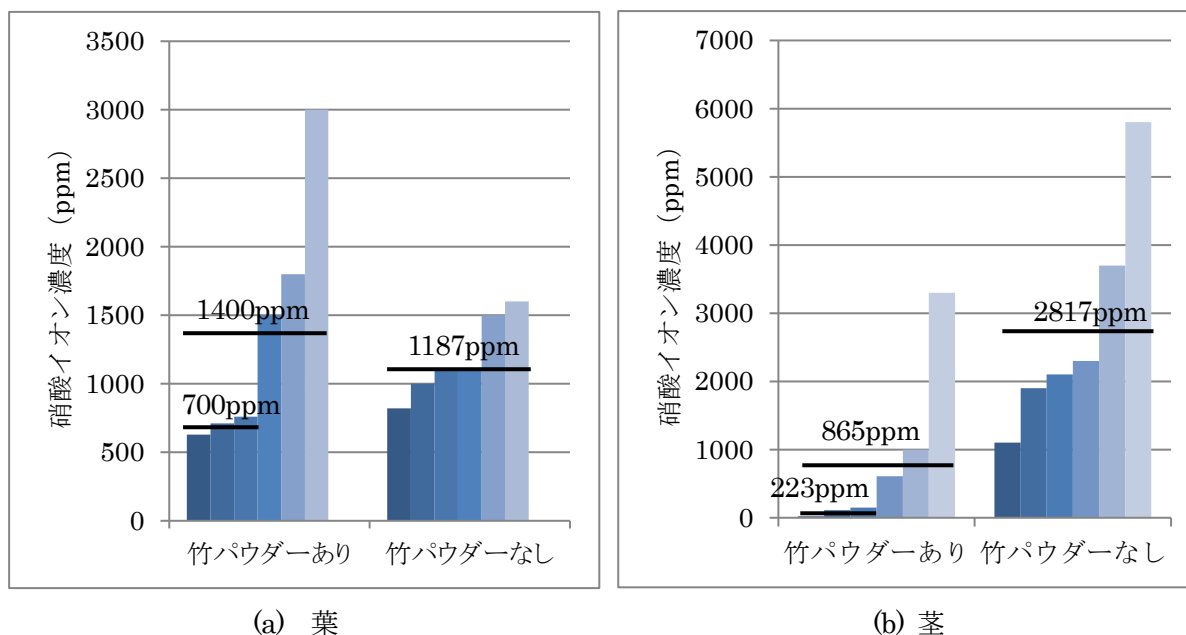


図9 ホウレンソウ内硝酸イオン濃度 (2018年春作)

5 考察

5.1 乳酸菌生育温度と土壤温度の関係

これまでの実験から、竹パウダーを土壌にすき込むことにより、一部例外的なものはあるものの、ホウレンソウ内硝酸イオン濃度を低減することができた。そして、この硝酸イオン濃度低減効果を得るためには、竹パウダーと培養土の堆積比率が比較的低い状態では、屋上栽培等の温度の高い環境が重要である可能性も明らかとなった。もし、これらの結果が橋本³⁾が提唱するような乳酸菌の効果であるとするならば、乳酸菌の生育温度帯に近い程、その効果が顕著に得られるだろう。乳酸菌は現在までに250種類以上の種が確認されており、生育温度については、高温性乳酸菌が45℃で生育、中温性乳酸菌が25から37℃付近で生育、低温性乳酸菌は10℃以下でも生育する。本研究で用いた竹パウダーに生息する乳酸菌の種類の特定までは至っていないが、2017年春作ホウレンソウにおける屋上と地上栽培の差からは、屋上栽培については、本研究の乳酸菌の生育温度帯に近い雰囲気が維持できていた可能性がある。

図10に、ホウレンソウ栽培時の土壤温度を示す。土壤温度は、表面から約15cmの深さを測定した。2017年春作について、地上栽培では竹パウダーの有無に対してほとんど温度差がないものの、屋上栽培では竹パウダーありの方が、なしの場合に比べて3℃高かった。また、2018年春作の屋上栽培についても、竹パウダーありの方が、なしの場合に比べて2.3℃高かった。このように、屋上等のより高い温度環境で栽培する程、竹パウダーの有無による温度差が顕著となった。その理由として、屋上栽培によって乳酸菌の育成温度に近い状態が保たれことで、菌による発酵・分解がより活発に行われたものと推察される。

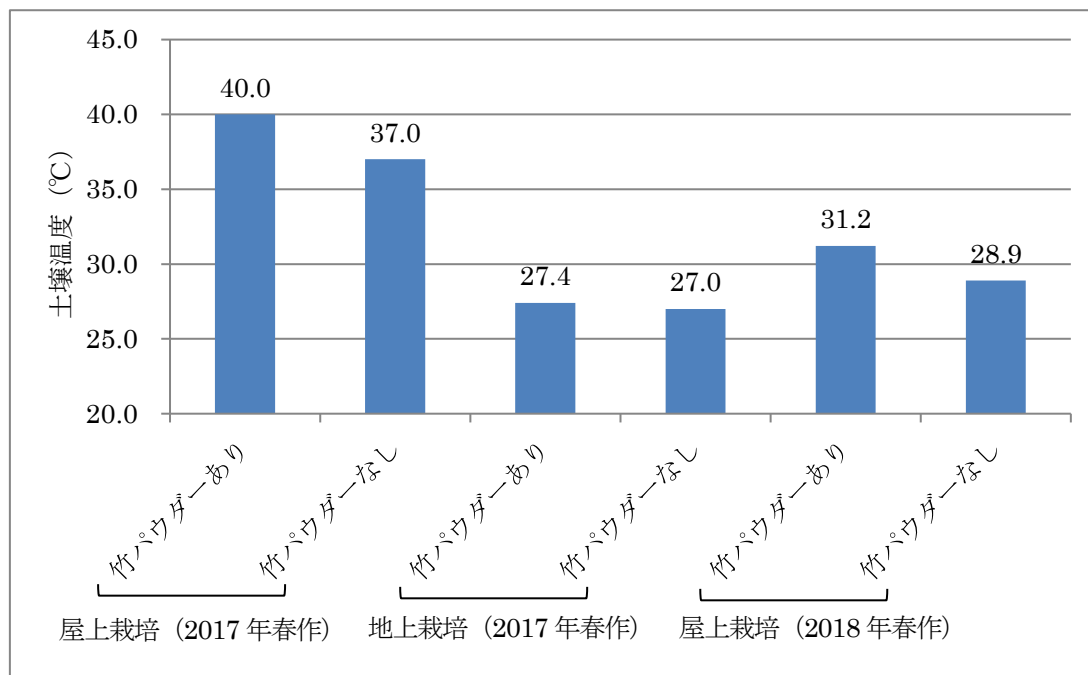


図10 ホウレンソウ栽培時の土壌温度

5.2 土壌窒素量と硝酸イオン濃度の関係

ホウレンソウ内硝酸イオン濃度を低減させるために、施肥量の調整による土壌窒素量を低減する方法が報告されている²²⁻²⁴⁾。本研究では竹パウダーを施すことにより、硝酸イオン濃度を低減させることができたため、竹パウダーの何らかの作用で土壌窒素量が低減された可能性も考えられる。そこで、2018年春作ホウレンソウ収穫後の土壌について、以下の主要3成分、窒素(N)、リン酸(P₂O₅)、カリ(K₂O)を測定した。なお、測定は株式会社環境研究センターに依頼した。しかし、結果は図11に示すように、3成分とも含有量に有意な差は確認できなかった。この結果は、土壌窒素量を制御する以外にホウレンソウ内硝酸イオン濃度を抑制する方法がある可能性を示唆している。

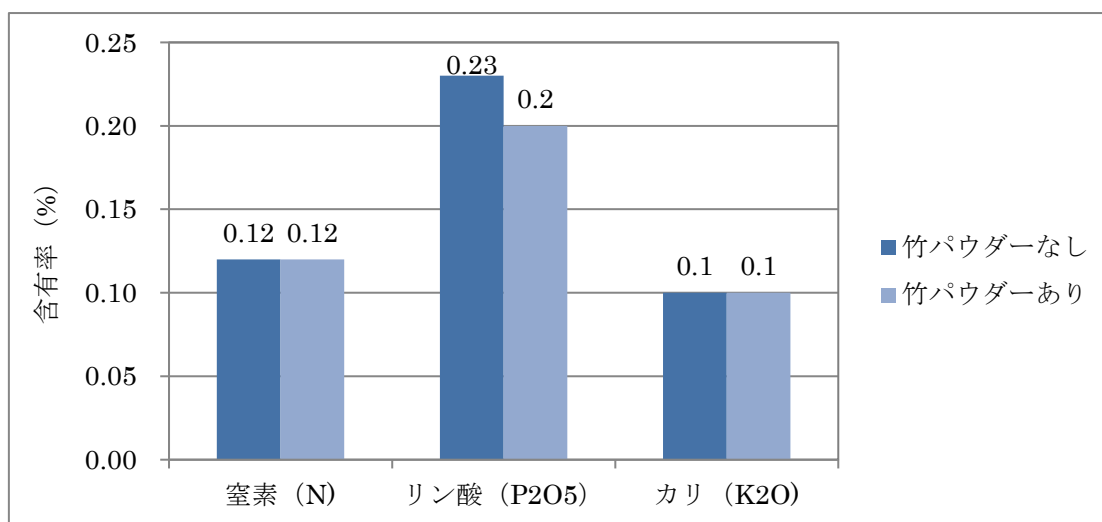


図11 主要3成分の含有率

謝辞

竹パウダーをご提供いただき、竹パウダーの機能性についてコンポスト技術の観点からご教示いただきました三田市シルバー人材センターの佐藤匡昭様、並びに、竹研究班の皆さまに厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 高野拓樹 (2016) 「10.3 竹の生態と歴史」『地球環境クライシスー未来へつなぐ命のバトンー』, ムイシリ出版, pp. 125-130.
- 2) 林野庁 (2018) 「7 森林面積及び蓄積」『森林・林業統計要覧』, pp. 13.
- 3) 橋本清文・高木康之 (2009) 「2 肥料として優れる竹の特徴」『竹肥料農法 バイケミ農業の実際』, 農文協, pp. 21-31.
- 4) 遠藤成穂子 (2007) 「ブドウのようなサクランボ!? 不作の年, 佐藤錦がザクザク実を付けた」『現代農業』, 農文協, 第86巻第10号, pp. 172-176.
- 5) 見間勤 (2007) 「タケノコ産地の新竹取物語 米でもモモでも竹パウダーは味に効く」『現代農業』, 農文協, 第86巻第10号, pp. 178-181.
- 6) 大森照義 (2011) 「手作り竹パウダーで硬く大きなトマト」『現代農業』, 農文協, 第90巻第10号, pp. 179-182.
- 7) 農文協 (2011) 「竹パウダーアンケート 作物の生育がどうなりましたか?」『現代農業』, 農文協, 第90巻第10号, pp. 186-187.
- 8) 橋本清文・高木康之 (2009) 「4 解繊有機物の表面施用による反応」『竹肥料農法 バイケミ農業の実際』, 農文協, pp. 59-70.
- 9) 比嘉照夫 (1993) 『命を救う大革命』, サンマーク出版, pp. 1-222.
- 10) Hu, Cheng; Qi, Yingchun (2013). "Long-term effective microorganisms application promote growth and increase yields and nutrition of wheat in China". *European Journal of Agronomy* 46: pp.63-67.
- 11) A.El-Shafei, M.Yehia, F. El-Naqib (2008-07). "Impact of effective microorganisms compost on soil fertility and rice productivity and quality". *Misr J Ag Eng* 25 (3): pp. 1067-1093.
- 12) Sharma, Anamika; Saha, Tarak Nath; Arora, Anju; Shah, Raghubir; Nain, Lata (2017). "Efficient Microorganism Compost Benefits Plant Growth and Improves Soil Health in Calendula and Marigold". *Horticultural Plant Journal* 3 (2): pp.67-72.
- 13) 後藤逸男 (1995) 「農大土壌研式土壌診断による EM 農法の評価(その1) -EM ボカシの化学性-」『日本土壌肥料学会講演要旨集』第41巻, pp.158.
- 14) 村本穰司・後藤逸男 (1995) 「農大土壌研式土壌診断による EM 農法の評価(その2) -野菜の圃場栽培試験(慣行農法との比較)-」『日本土壌肥料学会講演要旨集』第41巻, pp.159.
- 15) 後藤逸男 (1996) 「農大土壌研式土壌診断による EM 農法の評価(その3) -野菜の圃場栽培試験(最終結果)-」『日本土壌肥料学会講演要旨集』第42巻, pp.171.
- 16) 後藤逸男 (1999) 「微生物資材の土壌肥料学的評価」『土と微生物』, 第53巻第2号, pp.91-101.

- 17) 小杉徹・岡野正豪・荒尾知人・金森哲夫 (2006) 「微生物資材施用がキャベツ育苗期生育と根こぶ病に及ぼす影響」『静岡県農業試験場研究報告』第 50 号, pp.19-28.
- 18) 中井さち子・丹羽光明・山崎成一郎・堀井博 (2014) 「土壌の違いによる農産物の抗酸化力の比較－有用微生物群(EM)活用との差異に着目して(第 2 報)」『九州看護福祉大学研究紀要』, 第 15 巻第 1 号, pp.13-18.
- 19) 農林水産省, 野菜等の硝酸塩に関する情報,
http://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/risk_analysis/priority/syosanen/index.html, 2019 年 8 月 26 日閲覧.
- 20) 高野拓樹・園部雅・森珠実 (2018) 「ホウレンソウに含まれる硝酸イオン濃度の減少に対する屋上栽培と竹パウダーの効果」『日本環境学会第 44 回研究発表会発表予稿集』, pp.40-41.
- 21) 有田俊幸・伊達昇・米山徳造 (1983) 「葉菜類の硝酸塩含量に関する試験」『東京都農業試験場研究報告』, 第 16 号, p.161-174.
- 22) 建部雅子・岡崎圭毅・鍵下恵太・唐澤敏彦 (2006) 「ホウレンソウの硝酸イオン含有率低減に対する養液土耕栽培 の効果」『日本土壌肥料学会誌』, 第 77 巻第 1 号, pp.9-16.
- 23) 杉田麻衣子・国信耕太郎・徳永哲夫 (2009) 「施設ホウレンソウ産地における土壌養分の実態及び土壌腐植含量が土壌無機態窒素の集積とホウレンソウの硝酸イオン濃度に及ぼす影響」『山口県農業試験場研究報告』, 第 57 号, pp.75-83.
- 24) 浅野雄二・加藤昌亮・袖垣一 (2005) 「施肥法がホウレンソウ中硝酸イオン濃度に及ぼす影響」『岐阜県中山間農業技術研究所研究報告』, 第 4 号 p.1-5.
- 25) 橋本清文・高木康之 (2009) 「4 解繊有機物の表面施用による反応」『竹肥料農法 バイケミ農業の実際』, 農文協, pp. 18-20.

Effect of Bamboo Powder on the Reduction of Nitrate Ion Content in Spinach

Hiroki TAKANO

In this study, for efficient use of bamboo resource, we focused on an agricultural method that uses bamboo powder. In particular, we evaluated the effect of decreasing nitrate ion content in spinach. The results obtained were as follows. Firstly, by plowing bamboo powder into the soil, we found that the spinach grew larger; moreover, there was a decrease in the nitrate ion content in spinach. This effect was achieved by maintaining the roof floor temperature higher than the ground temperature. However, increased fertilizer-application rate negatively affected spinach growth, but the nitrate ion content in spinach continued to decrease. Secondly, the soil temperature was almost the same at ground cultivation, but the temperature of soil plowed with bamboo powder was higher than that without bamboo powder. These results suggested that fermentation by lactic acid bacteria was actively carried out by maintaining the cultivation temperature higher, such as that of the roof floor. Finally, there was no difference in the soil nitrogen content after harvest regardless of the presence of bamboo powder. The results indicate a possibility that the nitrate ion content in spinach can be decreased by using bamboo powder, besides regulating the soil nitrogen content.