

「寒熟栽培」がホウレンソウの亜鉛含有量に及ぼす影響

高松元紀・西川 学・安川人央・浅尾浩史・安藤正明*

Effects of Unique Cultivation 'Kanjuku-saibai' on Spinach Zinc Contents

TAKAMATSU Genki, NISHIKAWA Manabu, YASUKAWA Hitoshi, ASAO Hiroshi and ANDO Masaaki

Key Words: mineral

キーワード：ミネラル

奈良県の東部中山間地域は標高 300~500 m に位置し、夏季に冷涼な気候を活かした野菜中心の作付けが行われている地域である。特に、ホウレンソウをはじめとした軟弱野菜がパイプハウス等の施設で周年栽培されており、県内の代表的な産地となっている。また、当該地域の冬季の気象状況は年数回の積雪があり、気温は氷点下を下回ることもしばしばである。木矢ら (2005) は、この厳寒期の寒さを利用して、パイプハウスのハウスサイドを開放した雨よけハウスでの、高糖度ホウレンソウの栽培方法 (以下、寒熟栽培) を確立した。株全体の搾汁液の Brix 糖度 (以下、糖度) が概ね 10% 以上のものは、「大和寒熟ほうれん草」として付加価値をつけて販売されている。

岡田ら (2006) は、寒さによるホウレンソウの糖度の上昇は、地温低下で根からの吸水が抑制され、水ストレスにより浸透圧が上昇するためであると報告している。このことから、寒熟栽培されたホウレンソウは吸水が抑制されることによって、ミネラルなどの糖以外の成分についても生鮮重あたりの含有量が高まる可能性がある。

ホウレンソウには、食事によって摂取すべき必須ミネラルの一つである亜鉛が多く含まれている (文部科学省, 2020)。「日本人の食事摂取基準」(厚生労働省, 2020)によると、1日の亜鉛の推奨摂取量は、アメリカやカナダの食事摂取基準を参考に設定されており、成人男性で 11 mg、女性で 8 mg とされている。一方、「令和元年国民健康・栄養調査報告」(厚生労働省, 2019)では、男性、女性ともに 20 代以降で平均亜鉛摂取量は推奨摂取量に比べやや少なく、不足気味であると言える。

そこで本研究では、「大和寒熟ほうれん草」が有する健康寄与機能の一つを明らかにすることを目的に、ホウレンソウの亜鉛含有量について寒熟栽培とハウ

ス密閉栽培を比較した。

材料および方法

1. 試験区および栽培方法

奈良県宇陀市榛原三宮寺の奈良県大和野菜研究センター (標高 350 m) において実施した。2020 年度および 2021 年度にそれぞれ 2 棟のパイプハウスを供試した。1 棟を全期間ハウスサイドを閉じて栽培する密閉区とし、1 棟を栽培途中でハウスサイドを開放して寒熟栽培する開放区とした。2020 年度は、密閉区は 8 m×21 m の南北棟のパイプハウス、開放区は 6.5 m×21 m の南北棟のパイプハウスを用いて、2021 年度は、密閉区および開放区ともに 6 m×14 m の東西棟のパイプハウスを用いた。ハウス内に幅 1.5 m の畝を 3 つ作成し、長手方向にそれぞれ 3 等分することで畝を 9 つに区分した。9 区画のうち、ハウス中央部の区画と、南北棟ハウスでは北東部と南西部の区画を、東西棟ハウスでは北西部と南東部の区画を、それぞれ加えた 3 区画を供試した。供試区画では、「大和寒熟ほうれん草」の標準品種である「弁天丸」(タキイ種苗) を栽培し、他の区画は同様にホウレンソウを栽培する番外区とした。栽植間隔は、条間 20 cm の 6 条植えで株間 6 cm とした。

元肥は、事前の土壌分析の結果に基づいて判断し、10 a あたり窒素成分量で、2020 年度は CDU 複合磷加安 S682 (N:P₂O₅:K₂O=16:8:12, ジェイカムアグリ (株)) 5 kg, 2021 年度は磷硝安加里 S604 (N:P₂O₅:K₂O=16:10:14, ジェイカムアグリ (株)) 10 kg を施用し、追肥は行わなかった。

2020 年度は、2020 年 11 月 13 日に播種し、12 月 16 日に開放区のハウスサイドを開放した。収穫は、密閉

*現 なら食と農の魅力創造国際大学校

区では草丈が「大和寒熟ほうれん草」の出荷基準の L サイズ (24~26 cm) に概ね達した 2020 年 12 月 28 日に行った。一方、開放区では、12 月 28 日に出荷基準の最小の草丈 (21 cm) に達していなかったため栽培を引き続き行ったが、生育が極めて緩慢であり L サイズの草丈まで生長させるのは困難と判断された 2021 年 2 月 8 日に収穫した。

2021 年度は、2021 年 11 月 5 日に播種し、12 月 17 日に開放区のハウスサイドを開放した。収穫は、両区において草丈が出荷基準 (21~26 cm) に達していることが観察された 2022 年 1 月 20 日に行った。

2. 調査方法

1) 草丈、生鮮重、乾物率および糖度

供試した区画において、それぞれ 3 株を地際部で切断して収穫し、出荷基準に準じて本葉の下葉 3 枚と子葉を取り除き調査試料とした。草丈と生鮮重を株毎に計測した後、区画毎に試料を熱風循環式乾燥機 (OFA-5 型、田中化学機械社 (株)) で 60°C、1 週間以上乾燥し、乾物率を算出した。

糖度の測定用試料の収穫と調製は、草丈、生鮮重および乾物率の測定用試料と同様に行った。試料は、区画毎に家庭用ジューサー (BM-JH05、象印マホービン (株)) で破碎・混合し、その懸濁液を糖度計 (PAL-1、(株) アタゴ) で測定した。

2) 亜鉛含有量

1) の乾物率測定に供した試料を、サンプルミル (VIBRATING SAMPLE MILL TI-100、(株) シー・エム・ティ) で粉碎した。粉碎物 0.1 g に硝酸 (Ultrapur™-100、関東化学 (株)) を 7 ml 加え、マイクロウェーブ分解装置 (TOPwave、(株) アナリテイクイエナジャパン) を用い、170°C・10 分、205°C・25 分の分解条件で酸分解した。その分解液を誘導結合プラズマ質量分析計 (Agilent 7800 ICP-MS (Agilent Technology (株))) を用い定量分析した。

3) 栽培終了後の土壌成分

栽培終了後の圃場において対角線上の 5ヶ所より表層 1 cm を除いた作土層を採取した。採取した土壌は混和し分析用試料とし、pH、リン酸量および亜鉛量をそれぞれ 2 回ずつ測定した。

pH は、土壌 20 g に蒸留水 100 ml を加え、30 分振

とうした懸濁液を卓上 pH 計 (F-71、(株) 堀場製作所) を用いて測定した。

リン酸 (P_2O_5) はトルオーグリン酸法 (財団法人 日本土壤協会、2001a) に準じ測定した。風乾細土 0.4 g に抽出液として 0.002 N 硫酸溶液 80 ml を加えて 30 分間振とうした後、ろ過した。ろ液 1~4 ml に発色試薬 2 ml を加え、蒸留水で 20 ml に定容し紫外可視分光光度計 (UV1800、(株) 島津制作所) で 880 nm の吸光度を測定した。

亜鉛量は 0.1 規定塩酸浸出法 (財団法人 日本土壤協会、2001b) に準じ測定した。風乾細土 10 g に 0.1 N 塩酸 50 ml を加え、30 °C で 1 時間振とうした。ろ過後、原子吸光分光光度計 (240FSAA、アジレント・テクノロジー (株)) を用い、波長 213.9 nm、スリット幅 1.0 nm で測定した。

結果および考察

1) 草丈、生鮮重、乾物率および糖度

草丈、生鮮重、乾物率および糖度を第 1 表に示した。

草丈は、2020 年度は密閉区で 24.0 cm、開放区で 21.5 cm であり、2021 年度は密閉区で 25.9 cm、開放区で 22.0 cm であった。1 株あたりの生鮮重は、2020 年度は密閉区で 17.5 g、開放区で 18.5 g であり、2021 年度は密閉区で 40.7 g、開放区で 25.8 g であった。糖度は、2020 年度は密閉区で 6.4%、開放区で 10.3% であり、2021 年度は密閉区で 8.5%、開放区で 12.9% であった。また、乾物率は、2020 年度は密閉区で 8.3%、開放区で 11.4% であり、2021 年度は密閉区で 9.6%、開放区 12.2% であった。

糖度と乾物率は、両年ともに、開放区が密閉区と比較して高い傾向が認められ、開放区で栽培されたハウレンソウは「大和寒熟ほうれん草」の出荷基準である糖度 10% を上回った。

2) 亜鉛含有量

ハウレンソウの生鮮重 100 g あたりの亜鉛含有量を第 2 表に示した。2020 年度は、密閉区において 0.65 mg/100gFW であったのに対し、開放区で 1.53 mg/

第 1 表 ハウスサイドの開放がハウレンソウの草丈、生鮮重、乾物重および糖度に及ぼす影響

試験年度	試験区	播種日	収穫日	草丈 (cm)	生鮮重 (g)	乾物率 (%) ^z	糖度 (Brix %)
2020年度	密閉区	11月13日	12月28日	24.0 ± 0.3 ^y	17.5 ± 1.9	8.3 ± 0.4	6.4 ± 0.3
	開放区		2月8日	21.5 ± 0.7	18.5 ± 1.4	11.4 ± 0.1	10.3 ± 0.5
2021年度	密閉区	11月5日	1月20日	25.9 ± 1.8	40.7 ± 7.0	9.6 ± 0.3	8.5 ± 0.2
	開放区			22.0 ± 1.3	25.8 ± 1.7	12.2 ± 0.2	12.9 ± 0.3

^z 乾物重を生鮮重で除した後 100 を乗じた値

^y 平均値 ± 標準偏差 (n=3)

第2表 ハウスサイドの開放がホウレンソウの亜鉛含有量に及ぼす影響

試験年度	試験区	亜鉛含有量 ² (mg/100gFW)	
2020年度	密閉区	0.65	± 0.10
	開放区	1.53	± 0.24
2021年度	密閉区	0.96	± 0.07
	開放区	1.13	± 0.08

² 平均値±標準偏差 (n=3)

100gFW と高かった。また、2021年度も、密閉区は0.96 mg/100gFW であったのに対し、開放区で1.13 mg/100gFW と高かった。

3) 栽培終了後の土壌成分

栽培終了後の土壌の密閉区と開放区における pH は、2020年度にそれぞれ6.8, 6.9, 2021年度にそれぞれ6.4, 6.2であった(第3表)。

栽培終了後の土壌中の乾土 100 g あたりの亜鉛量は、2020年度は密閉区で4.1 mg, 開放区で2.3 mg であり、2021年度は密閉区で3.2 mg, 開放区で2.9 mg であった。栽培終了後の土壌中の亜鉛量は開放区と比べ密閉区で高い傾向がみられた一方、開放区のホウレンソウの生鮮重 100 g あたりの亜鉛含有量が密閉区より多い傾向であったことから、本試験におけるホウレンソウの亜鉛含有量の差は土壌中の亜鉛量の差に起因する現象である可能性は低いと考えられた。

栽培終了後の土壌中の乾土 100 g あたりリン酸量は、2020年度は密閉区で194.7 mg, 開放区で57.9 mg であり、2021年度は密閉区で156.2 mg, 開放区で157.0 mg であった。

土壌中のリン酸は、土壌中ミネラル成分の吸収に対して阻害的にはたらくことが報告されている(二見・藤井, 1985; 小宮山ら, 2009)。2020年度の密閉区で栽培終了後の土壌中のリン酸量が多く、ホウレンソウの亜鉛含有量が少なかったことから、土壌中のリン酸が亜鉛の吸収を阻害した可能性がある。一方、2020年度の開放区で栽培終了後の土壌中リン酸量が少なかったが、栽培前土壌のリン酸量について定量しなかったため、土壌中のリン酸量がホウレンソウの亜鉛含有量に及ぼす影響については不明であり、今後の検討課題としたい。

謝辞

本研究を取りまとめるにあたり、奈良県大和野菜

第3表 栽培終了後の土壌分析結果

試験年度	試験区	pH	リン酸 P ₂ O ₅ (mg/乾土100 g)	亜鉛 Zn (mg/乾土100 g)
2020年度	密閉区	6.8	194.7	4.1
	開放区	6.9	57.9	2.3
2021年度	密閉区	6.4	156.2	3.2
	開放区	6.2	157.0	2.9

研究センターの西本登志所長には的確なご指導、温かいご助言を頂いた。心より感謝の意を表す。

引用文献

二見敬三, 藤井 造. 土壌蓄積リン酸が大豆の生産性と養分吸収に及ぼす影響. 兵庫農総セ研報. 1985, 33, 21-26.

木矢博之, 浅野 亨, 中野智彦, 安堂和夫. 冬季の栽培方法がホウレンソウの品質に及ぼす影響. 奈良農技セ研報. 2005, 36, 13-20.

小宮山鉄兵, 藤澤英司, 新妻成一, 加藤雅彦, 森国博全. 隔離床栽培における土壌可給態リン酸含量がトマトの養分吸収に与える影響. 日本土壌肥料学雑誌. 2009, 80, 516-521.

厚生労働省. “令和元年国民健康・栄養調査報告”. 2020-12. <https://www.mhlw.go.jp/content/000710991.pdf>, (参照 2023-01-13) .

文部科学省. “日本食品標準成分表 2020 年版(八訂)”. 2020. https://www.mext.go.jp/component/a_menu/science/detail/_icsFiles/fieldfile/2016/11/30/1365343_1-0206r8_1.pdf, (参照 2023-02-06) .

日本人の食事摂取基準策定検討会. “日本人の食事摂取基準(2020年版)”. 厚生労働省. 2019-12. <https://www.mhlw.go.jp/content/10904750/000586553.pdf>, (参照 2023-01-13) .

岡田益己, 井上めぐる, 青木和彦, 村井麻里. 寒締めホウレンソウの糖濃度上昇機構とその定量化. 日本農業気象学会 2006 年春季大会講演要旨. 2006. 43.

財団法人 日本土壌協会. 23 可給態リン酸. 土壌機能モニタリング調査のための土壌, 水質及び植物体分析法. 2001a, 79-81.

財団法人 日本土壌協会. I亜鉛I-2 0.1 規定塩酸浸出法. 土壌機能モニタリング調査のための土壌, 水質及び植物体分析法. 2001b, 155-156.