

モリブデンの葉面散布がレタス、リーフレタス及びコマツナの 硝酸態窒素濃度に及ぼす影響

清水知子*・矢部和則*・山下文秋*

摘要：レタス、リーフレタス及びコマツナの冬穫り栽培において、モリブデンの葉面散布が植物体中の硝酸態窒素濃度に及ぼす影響を検討した。その結果は次の通りであった。

- 1 レタス及びリーフレタスでは、 $100\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 濃度のモリブデンを収穫9日前に株当たり50mL葉面散布すると、硝酸態窒素濃度はレタスで9%、リーフレタスで57%低下した。
- 2 コマツナでは、 $100\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 濃度のモリブデンを収穫7日前に m^2 当たり250mL葉面散布すると、硝酸態窒素濃度は、味彩 で17%、はづき で32%低下した。
- 3 これらの結果から、レタス、リーフレタス及びコマツナでは、モリブデンの葉面散布は、硝酸態窒素濃度の低減効果がある。また、低下の程度は、品種間や結球性のタイプにより異なることが明らかとなった。

キーワード：レタス、リーフレタス、コマツナ、硝酸態窒素、モリブデン、葉面散布

Effects of Foliar Application of Molybdenum on Nitrate Concentration in Lettuce , Leaf Lettuce , and Spinach Mustard

SHIMIZU Tomoko, YABE Kazunori and YAMASHITA Humiaki

Abstract: We studied the effects of molybdenum foliar application on nitrate decrease in winter harvested lettuce , leaf lettuce and spinach mustard. The results were as follows;

1. Decrease rate of nitrate was 9% and 57% respectively, in lettuce and leaf lettuce to spray the molybdenum solution($100\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) by 50mL per crop. The period of foliar application was 9 days before harvesting.
2. Decrease rate of nitrate was 17% and 32% respectively, in spinach mustard var. 'Ajisai' and var. 'Hazuki' to spray the molybdenum solution($100\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) by 250mL per m^2 area. The period of foliar application was 7 days before harvesting.
3. It was cleared that the molybdenum foliar application was effective to decrease nitrate in lettuce, leaf lettuce and spinach mustard. These effects differed by variety and the magnitude of heading formation.

Key Words: Lettuce ,Leaf lettuce ,Spinach mustard ,Nitrate nitrogen ,Molybdenum ,Foliar application

緒言

近年、野菜に含まれる硝酸態窒素が健康の関連で関心が高まり、硝酸態窒素含有量低減のための技術が各方面で研究されつつある^{1, 3)}。

筆者らは、2002年から2004年まで農林水産省先端技術高度化事業により、結球葉菜類であるキャベツ及びハクサイの低硝酸化技術の開発研究に取り組み、窒素施用量^{4, 5)}や微量元素の葉面散布^{6, 8)}、肥料窒素の形態や施用時期^{9, 10)}が硝酸態窒素濃度に及ぼす影響について明らかにした。

本報では、アブラナ科の結球葉菜類であるキャベツ、ハクサイにおいて、低減効果が認められたモリブデンの葉面散布が、キク科のレタス、リーフレタス及びアブラナ科の非結球葉菜類であるコマツナに対する硝酸態窒素濃度、窒素吸収量に及ぼす影響について検討したので報告する。

材料及び方法

試験1 モリブデンの葉面散布がレタス及びリーフレタスの硝酸態窒素濃度及び生育に及ぼす影響

試験は、場内露地圃場で行った(中粗粒灰色台地土、長久手統)。供試品種は、結球性レタスのシスコ(タキイ種苗)及び非結球性リーフレタスのレッドファイヤー(タキイ種苗)を用い、2005年8月18日に播種(128穴セルトレイ)、9月16日に定植した。栽植密度は、株間33cm、畝間120cm、2条千鳥植え、500株・a⁻¹とし、1区12株(2.4m²)、2連制で行った。施肥は、全量基肥とし、N-P₂O₅-K₂O=2.0-0.8-2.0kg・a⁻¹を9月9日に施用した。

モリブデンの葉面散布処理は、11月16日に行った。葉面散布処理は、モリブデン酸ナトリウム(Na₂MoO₄・2H₂O)を用い、モリブデン濃度を100mg・L⁻¹とし、展着剤を5000

倍で添加後、電動スプレーにより茎葉全体に付着するように散布した。対照区は、展着剤のみを添加した水を散布した。散布量は1株当たり50mLとした。サンプリングは、処理9日後の11月25日に行った。

試験2 モリブデンの葉面散布がコマツナの硝酸態窒素濃度及び生育に及ぼす影響

試験は、場内ビニルハウス(無加温)の地床栽培で行った。供試品種は、はづき(サカタのタネ)及び味彩(トーホク)を用い、2005年11月15日に播種(条播)、11月25日に間引きを行った。栽植密度は、株間5cm、条間15cm、畝間135cmの4条植えとし、1区1.4m²、2連制で行った。施肥は、N-P₂O₅-K₂O=1.2-1.2-1.2kg a⁻¹を11月4日に全量基肥施用した。

12月28日に、試験1と同様の方法でモリブデンの葉面散布処理を行った。散布量は、250mL・m²とした。サンプリングは、処理前の12月28日及び処理7日後の2006年1月4日に行った。

試験1、2における植物体の採取及び調製については、採取後に地上部の生体重又は調整重を測定し、直ちに70℃で1週間通風乾燥し、乾物重を測定後に粉碎して分析に供した。

植物体の分析について、硝酸態窒素は、粉碎試料に蒸留水を加え、80℃で1時間振とう後にろ過した抽出液をCataldo法¹¹⁾により測定した。全窒素濃度は、粉碎試料をNCアナライザー(ジェイサイエンス・ラボ製JMI 1000CN)で測定した。

試験結果

試験1 モリブデンの葉面散布がレタス及びリーフレタスの硝酸態窒素濃度及び生育に及ぼす影響

レタス及びリーフレタス共に対照区に比べ、モリブデン葉面散布処理区の硝酸態窒素濃度は低かった。レタス

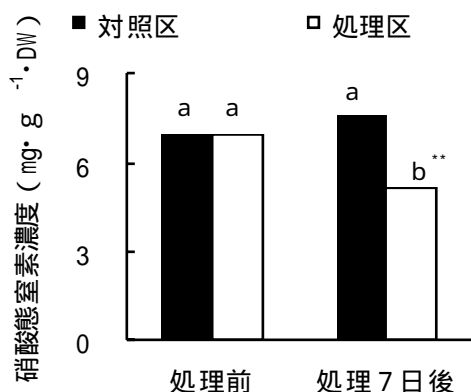
表1 モリブデンの葉面散布がレタス及びリーフレタスの乾物中硝酸態窒素濃度、全窒素濃度及び調製重に及ぼす影響

種類	Mo散布	硝酸態窒素濃度 (mg・kg ⁻¹ ・DW)	乾物中全窒素濃度 (%)	乾物率 (%)	NO ₃ -N/T-N (%)	全窒素 (mg・株 ⁻¹)	調製重 (g・株 ⁻¹)
レタス	対照区	1.9 (100) ²⁾	3.9	3.9	4.8 (100) ²⁾	647	427 ± 159 ¹⁾
	処理区	1.7 (91)	3.7	3.7	4.6 (96)	634	457 ± 147
リーフレタス	対照区	7.3 (100)	4.5	5.7	16.2 (100)	1082	420 ± 104
	処理区	3.1 (43)	4.5	6.2	7.1 (43)	1070	388 ± 40
有意性 ³⁾							n.s.

1) 平均値 ± 標準偏差

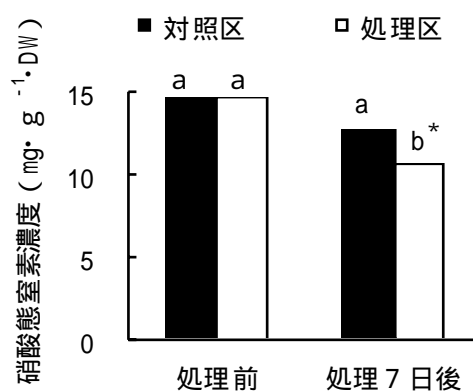
2) ()内は、対照区を100とした場合の相対値(%)を示す。

3) Tukeyの多重比較検定により、有意差なしをn.s.で表した。



**Tukeyの多重比較検定により、
異符号間に有意差あり (P < 0.01)

図1 モリブデンの葉面散布がコマツナ
はづきの硝酸態窒素濃度に及ぼす影響



*Tukeyの多重比較検定により、
異符号間に有意差あり (P < 0.05)

図2 モリブデンの葉面散布がコマツナ
味彩の硝酸態窒素濃度に及ぼす影響

表2 モリブデンの葉面散布処理がコマツナの品種別乾物中窒素濃度に及ぼす影響

品種名	Mo散布 区別	乾物中全窒素濃度 (%)		NO ₃ -N/T-N (%)		乾物率 (%)	
		処理前	7日後	処理前	7日後	処理前	7日後
はづき	対照区	5.8	5.3	12.0	14.4	7.3	7.3
	処理区	5.8	5.5	12.0	9.4	7.3	7.9
味彩	対照区	6.2	5.8	24.0	22.0	7.0	6.5
	処理区	6.2	5.8	24.0	18.3	7.0	6.7
有意性 ¹⁾	品種間		*		**		**
	処理区間		n.s.		**		n.s.

1) 有意性は、t検定により、有意差あり* (p < 0.05)、** (p < 0.01)、有意差なしn.s.で表した。

表3 モリブデンの葉面散布がコマツナの品種別生体重及び窒素吸収量に及ぼす影響

品種名	Mo散布 区別	生体重 (g・株 ⁻¹)		窒素吸収量 (mg・株 ⁻¹)		処理前から処理7日 後までの窒素吸収量 (mg・株 ⁻¹)
		処理前	7日後	処理前	7日後	
はづき	対照区	7.9	12.1	33.2	46.3	13.2 (100) a ²⁾
	処理区	7.9	11.6	33.2	50.3	17.1 (130) b
味彩	対照区	7.8	16.0	33.5	60.8	27.3 (100) c
	処理区	7.8	15.7	33.5	61.3	27.7 (101) c
有意性 ¹⁾	品種間	n.s.	**	n.s.	**	**
	処理区間	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*

1) 有意性は、t検定により、有意差あり* (p < 0.05)、** (p < 0.01)、有意差なしn.s.で表した。

2) 異符号間に有意差あり (p < 0.05)。

は、処理区の硝酸態窒素濃度が対照区に比べ、9%低減した。リーフレタスでは、処理区の硝酸態窒素濃度が対照区に比べ、57%低減した。硝酸態窒素濃度は、対照区、処理区共にレタスに比べ、リーフレタスが高かった

(表1)。

全窒素濃度及び株当たりの全窒素量は、レタスに比べ、リーフレタスが高かったが、レタス及びリーフレタス共に、モリブデン葉面散布処理区と対照区との間に差はみ

られなかった。全窒素中の硝酸態窒素の割合 ($\text{NO}_3\text{-N/T-N}$) は、レタスでは処理区間に明らかな差がみられなかったが、リーフレタスでは対照区に比べ、モリブデン葉面散布処理区が低かった。また、レタスに比べ、リーフレタスの硝酸態窒素の割合が高かった。

調製量は、レタスとリーフレタスの間に有意差はみられず、また、対照区とモリブデン葉面散布処理区の間にも有意差はみられなかった (表 1)。

試験2 モリブデンの葉面散布がコマツナの硝酸態窒素濃度及び生育に及ぼす影響

処理7日後では、モリブデン葉面散布処理区の硝酸態窒素濃度が対照区に比べ、はづきで32%、味彩で17%それぞれ低減した。また、はづきに比べ、味彩の硝酸態窒素濃度がいずれの区においても高かった (図 1、2)。

全窒素濃度は、味彩がはづきより高く、乾物率は、はづきが味彩より高かった。両品種共にモリブデン葉面散布処理間に差はみられなかった (表 2)。

全窒素中の硝酸態窒素の割合 ($\text{NO}_3\text{-N/T-N}$) は、はづきでは、処理7日後において、対照区では、処理前の12.0%から14.4%とむしろ増加したが、処理区では逆に低下し、9.4%となった。味彩においても、はづきと同様に、モリブデン葉面散布処理7日後の硝酸態窒素濃度の割合が低下した (表 2)。

生体重は、処理前では、品種間に差はなく、処理7日後では、はづきに比べ、味彩の生体重が重かった。また、はづき、味彩ともに、モリブデンの葉面散布処理による処理区間の差はみられなかった (表 3)。

処理前から処理7日後までの株当たり窒素吸収量は、はづきでは、モリブデンを葉面散布した処理区が対照区より多かった。味彩では、モリブデンの葉面散布処理の有無による差はみられなかった (表 3)。

考 察

マメ科やアブラナ科の *Brassica* 属植物では、モリブデン要求が高く、モリブデンが欠乏すると硝酸態窒素が蓄積されることや、カリフラワーやインゲンマメにおいて、モリブデンの施用が硝酸還元酵素 (Nitrate Reductase: 以下 NR) 活性を高めることがよく知られてきた^{12,14)}。植物体内の硝酸態窒素濃度は、NR 活性と密接な関係があり、この酵素の構成成分であるモリブデンを葉面散布することで、キャベツにおいて、NR 活性が高まり、硝酸態窒素濃度が低減することが明らかとなっている^{6,8)}。そこで、アブラナ科、マメ科以外の植物の反応を見るため、キク科のレタス及びリーフレタスを供試し、モリブデンの葉面散布が植物体中の硝酸態窒素

濃度及び生育に及ぼす影響を調査した。また、アブラナ科葉菜においても、非結球葉菜での反応を見るため、コマツナを供試して、モリブデンの葉面散布が同様の調査を行った。

試験1において、結球性レタス及び非結球性リーフレタスへのモリブデンの葉面散布処理の効果を検討したところ、硝酸態窒素濃度の低下や全窒素中の硝酸態窒素の割合が低下するなどの結果が得られた。従ってモリブデンの葉面散布処理がキャベツやハクサイと同様に、キク科のレタス及びリーフレタスにおいても、硝酸態窒素濃度を低減することが可能であると考えられる。このモリブデンの葉面散布処理による硝酸態窒素濃度の低減効果は、処理区間で、全窒素濃度や株当たりの窒素吸収量に差がなかったことから、硝酸態窒素を含む窒素の吸収抑制によるものではなく、吸収された硝酸態窒素の植物体内における還元化が促進された結果によるものと推察される。特に、モリブデンの葉面散布により、リーフレタスにおいて、硝酸態窒素濃度低減効果が高かった。これは、リーフレタスは、葉面散布による付着、吸収形態に優れ、なおかつ、受光体勢が優れており、NR 活性を高め、硝酸態窒素の還元を促進するために有利であるためと推察される。

試験2において、コマツナに対するモリブデンの葉面散布処理の効果を検討したところ、はづき、味彩共に処理7日後において、対照区に比べ、硝酸態窒素濃度の値が低下した。また、両品種共に処理区の株当たり窒素吸収量が、対照区に比べ多いか同等であるにも関わらず、硝酸態窒素濃度が低下したことから、コマツナにおいてもモリブデンの葉面散布は、硝酸態窒素濃度の低減効果があると考えられる。さらに、品種間で窒素吸収量に差異がみられたが、窒素吸収量の少ないはづきは、夏蒔き栽培において、いわゆる低硝酸品種とされており³⁾、本試験の秋蒔き栽培においても、対照品種の味彩に比べ、硝酸態窒素濃度が低い品種であることが明らかとなった。品種により硝酸態窒素濃度や窒素吸収が異なる^{3,15,16)}ことから、生体重が重く、窒素や硝酸態窒素の吸収が少ない品種の利用も有効な低硝酸化対策であると考えられる。

引用文献

1. 田中彰男．食品中の硝酸レベルと健康問題．公開シンポジウム土と食品の中の硝酸 (NO_3) をめぐる諸問題講演資料．44-52 (1998)
2. 安田環．野菜の硝酸濃度とその低減対策．農業及び園芸．79, 647-651 (2004)
3. 野菜茶業研究所．野菜の硝酸イオン低減化マニュアル．先端技術を活用した農林水産研究高度化事業「野菜における硝酸塩蓄積機構の解明と低硝酸化技術の開

- 発」研究成果。(2006)
4. 波多野歩, 大川浩司, 今川正弘. 窒素施用量がキャベツ、ハクサイの硝酸塩濃度に及ぼす影響. 愛知県農業総合試験場研究報告. 35 79-83(2003)
 5. 波多野歩, 大川浩司, 今川正弘. 追肥窒素施用量が年内穫りキャベツ、ハクサイの硝酸塩濃度に及ぼす影響. 日本土壌肥料学会講演要旨集. 49, 107(2003)
 6. 長屋浩治, 今川正弘. 微量元素の葉面散布がキャベツ, ハクサイの硝酸還元酵素活性と硝酸塩濃度に及ぼす影響. 園芸学会雑誌. 73(別冊1), 264(2004)
 7. 長屋浩治, 清水知子, 荻野和明, 矢部和則. 微量元素の葉面散布がキャベツ, ハクサイの硝酸還元酵素活性と硝酸塩濃度に及ぼす影響(第2報) 微量元素の葉面散布時期がキャベツの硝酸還元酵素活性と硝酸塩濃度に及ぼす影響. 園芸学会雑誌. 74(別冊2), 181(2005)
 8. 長屋浩治, 荻野和明, 清水知子, 恒川歩, 矢部和則, 今川正弘. 微量元素の葉面散布がキャベツの硝酸還元酵素活性と硝酸イオン濃度に及ぼす影響. 愛知県農業総合試験場研究報告. 37, 81-85(2005)
 9. 清水知子, 長屋浩治, 恒川歩, 矢部和則, 今川正弘. 窒素の施用時期及び形態がキャベツの硝酸イオン濃度に及ぼす影響. 園芸学会雑誌. 74(別冊2), 473(2005)
 10. 清水知子, 長屋浩治, 恒川歩, 矢部和則, 今川正弘. 窒素の施用時期及び形態がキャベツの硝酸イオン濃度に及ぼす影響. 愛知県農業総合試験場研究報告. 37, 87-91(2005)
 11. Cataldo, D.A., M. Haroon, L.E. Schrader and V.L. Younds. Rapid colorimetric determination of Nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Commun. Soil Science and Plant Analysis*. 6(1), 71-80 (1975)
 12. M. Ja. シュコーリニク. 植物の生命と微量元素. 農山漁村文化協会.(1982)
 13. Afrid M.M.R.K. and E.J.Hewitt. The inducible formation and stability of nitrate reductase in hight plants. *Journal of Experimental Botany*. 15, 251-271 (1964)
 14. Vieira R.F., E.J.B.N.Cardoso, C. Vieira, and S.T.A. Cassini. Foliar application of molybdenum in common beans. Nitrogenase and reductase activities in a soil of high fertility. *Journal of Plant Nutriation*. 21(1), 169-180(1998)
 15. 田中達也, 嶋田永生, 佐藤直. 異なる施肥窒素レベルにおけるキャベツ品種の収量および窒素吸収特性. 土肥誌. 67, 49-53(1996)
 16. 田中達也, 佐藤直. 窒素施肥反応の異なるキャベツ3品種の生育と時期別養分吸収に関する品種間差異. 土肥誌. 68, 493-500(1997)