

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

と低減化技術の開発」

研究成果



平成18年3月

独立行政法人

農業・生物系特定産業技術研究機構

野菜茶業研究所

前 書 き

硝酸イオン（硝酸塩）は、食品添加物（硝酸ナトリウムおよび硝酸カリウム）として認められており、それ自体通常に摂取する程度ではヒトに害を及ぼすことはありません。しかし体内で還元されて亜硝酸イオンに変化すると、呼吸障害症の一つであるメトヘモグロビン血症の原因となったり、発ガン性物質であるニトロソ化合物に変化する可能性があるとも一部で指摘されています。

食物由来の硝酸イオンのうちどの程度亜硝酸イオンに転換されるのかは、はっきりとしておりませんが、摂取したおおよそ5%が亜硝酸イオンに変化するという報告もあります。そこで、その摂取量は少ない方が望ましいとして、FAO/WHO合同食品添加物専門家会合（JECFA）では1995年に添加物である硝酸ナトリウムの1日許容摂取量（ADI）を体重1kg当たり5mg（硝酸イオンとして3.7mg）としました。これをもとにEUでは1997年にハウレンソウおよびレタス、サラダ菜類について硝酸イオン含有量の上限値を定めました。しかしJECFAは「野菜は様々な機能性を有しており、これから摂取する硝酸イオンの量と添加物由来の硝酸イオンに対して定めているADIを直接比較したり、これをもとに野菜の硝酸イオンの上限値を設定することは適切でない」との見解を示しております。従って現時点で我が国において野菜中の硝酸イオン濃度の上限値を定めることは困難であると思われまます。

しかし、現在我が国で生産されている野菜、特に葉菜類の硝酸イオン濃度は比較的高い傾向にあります¹⁾。ヒトにとって硝酸イオンは摂取する必要はなく、野菜中の硝酸イオン濃度を低く抑えることは、より安心であることは間違いありません。

また、硝酸イオンの野菜中への蓄積は肥料の過剰施用・過剰吸収が原因の一つとも考えられていますので、これを低くする努力は施肥量の減少につながり、環境負荷低減にも貢献するものと思われまます。

このような中、私どもは2002年度から3年間、農林水産研究高度化事業として「野菜における硝酸塩蓄積機構の解明と低減化技術の開発」に取り組んで参りました。

そのプロジェクトの研究成果としてここに「野菜の硝酸イオン低減化マニュアル」をとりまとめました。このマニュアルは参画各県等の主要な葉菜類およびその地方の特産的野菜を対象とし、各研究機関が有する研究実績のある技術などを用いて開発した、硝酸イオン含有量の低い野菜を生産する技術の解説書です。

本マニュアルが、野菜の生産現場あるいは指導機関などで硝酸イオンの低減化に取り組む際に役立つことを願っております。

注1) 五訂日本食品標準成分表のデータによれば、野菜125品目のうち半数の62品目が硝酸イオン濃度が1000ppm以上であり、22%の27品目で3000ppmを越えている。

目 次

ページ

第1章 総論	1
1 硝酸塩と硝酸イオン	1
2 硝酸イオンが野菜の中に蓄積する理由	1
3 野菜中の硝酸イオンを減らすには	2
(1) 硝酸イオンの還元速度を速める	2
(2) 硝酸イオンの過剰吸収を抑える	3
(3) 硝酸イオンの蓄積が少ない品種を選択する	3
(4) その他	3
第2章 各論	4
1 養液土耕栽培によるハウレンソウの 硝酸イオン濃度低減化栽培マニュアル（北海道農研センター）	5
2 日射比例型給液管理法を用いた養液土耕栽培による ハウレンソウの硝酸イオン低減化栽培マニュアル（千葉大）	1 3
3 局所施肥による低硝酸ハウレンソウ栽培マニュアル（岐阜県）	2 4
4 リアルタイム土壌診断に基づく肥培管理による ハウレンソウの硝酸イオン濃度低減化マニュアル（福岡県）	3 1
5 土壌管理（有機物、塩基バランス制御）によるハウレンソウ、 キャベツの硝酸イオン濃度低減化栽培マニュアル（岩手県）	3 8
6 窒素の吸収・代謝特性に基づいた施肥管理等によるキャベツ・ ハクサイの硝酸イオン低減化栽培マニュアル（愛知県）	5 7
7 基肥窒素の削減と尿素葉面散布による コマツナの硝酸イオン低減化マニュアル（千葉県）	6 5
8 コマツナ・チンゲンサイの硝酸イオン濃度低減化栽培マニュアル（埼玉県）	7 3
9 チンゲンサイの硝酸イオン低減化マニュアル（静岡県）	8 2
10 セル内施肥と間引き栽培による タアサイの硝酸イオン低減化マニュアル（千葉県）	8 9
11 セルリーのポット施肥、レタスの局所施肥による 硝酸イオン濃度低減化栽培マニュアル（長野県）	1 0 2
12 硝酸イオン濃度低減化のためのニラの栽培マニュアル（栃木県）	1 1 7
13 適正な施肥量等肥培管理技術による 軟弱野菜の硝酸イオン濃度低減化マニュアル（兵庫県）	1 2 8
14 タどりによるコマツナ・ハウレンソウの硝酸イオン濃度低減化（北海道）	1 3 7
15 調理方法による野菜の硝酸イオン濃度低減化（千葉県立衛生短大）	1 4 2

第 1 章 総論

1. 硝酸塩と硝酸イオン

硝酸塩とは、硝酸ナトリウム (NaNO_3) や硝酸カリウム (KNO_3) などのように、硝酸 (HNO_3) の水素イオン (H^+) が金属などの陽イオンと置き換えられたもので、溶液中や動植物の体内では陽イオンと硝酸イオンに電離した状態で存在しています。ここで問題となるのは陽イオンの方ではなくて硝酸イオンだけです。また、含有量をあらかず場合も、「硝酸塩」ですと陽イオンの種類によってその値が変わってきます。

したがって、本マニュアルでは以降「硝酸イオン」と記述いたします。

2. 硝酸イオンが野菜の中に蓄積する理由

窒素は、植物体の構成や物質代謝などに関わるアミノ酸、タンパク質、核酸などを構成する要素であり、非常に重要な元素であります。また、窒素の施用量の多少によって植物の生育が大きく左右されることは周知のことです。

野菜は通常この窒素を硝酸イオンの形で根から吸収します。吸収された硝酸イオンは酵素の働きにより亜硝酸、アンモニアへと還元され、さらにグルタミンのアミノ基として取り込まれ各種のアミノ酸へと変換されていきます。

野菜の場合、この一連の反応の中で、硝酸還元酵素 (NR) の働きにより硝酸イオンが亜硝酸へと還元される反応が律速段階となります。通常の栽培条件では、野菜が吸収する硝酸イオンの量は亜硝酸へと還元される量よりも多く、余った硝酸イオンは野菜中に蓄積されることとなります。

ヒトが摂取する硝酸イオンは、そのほとんどが野菜由来であるといわれています¹⁾。硝酸イオン自体は直接人体に害を及ぼすことはありませんが、ヒトにとって全く必要のないものであり、体内で還元されると悪影響を及ぼす恐れがあることも一部で指摘されています。また、硝酸イオンの野菜への蓄積は、窒素肥料の過剰施肥が大きな要因と考えられていますから地下水汚染など環境負荷にも関連してきます。

このような観点から野菜中の硝酸イオンを減らす取り組みは、安全・安心および環境負荷低減の両面から望ましいことと考えています。

注 1) 厚生労働省行政情報「食品添加物一日摂取量総点検調査報告書」(H12年)によると、ヒトが摂取する硝酸イオンのうち98%が野菜・果実・海草類からとなっている。果実中の硝酸イオン濃度は非常に低く、摂取量も野菜に比べて大幅に少ない。

3. 野菜中の硝酸イオンを減らすには

先に述べましたように、野菜中に硝酸イオンが蓄積されるのは、吸収される硝酸イオンの量が亜硝酸に還元されるよりも多いからなので、野菜中の硝酸イオンを減らす方法としては（１）硝酸イオンの還元速度を速める（２）硝酸イオンの過剰吸収を抑える（３）品種の選択、などが考えられます。それぞれの方法について、本プロジェクトで得られた結果をもとに簡単に紹介します。

（１）硝酸イオンの還元速度を速める

硝酸イオンの還元同化は光合成と密接な関連を持って行われており、日周変動が存在します。図１はコマツナの新葉の硝酸イオン濃度、硝酸還元酵素（NR）活性、NRタンパク質量、NR mRNA量の日周変動を表したものです。

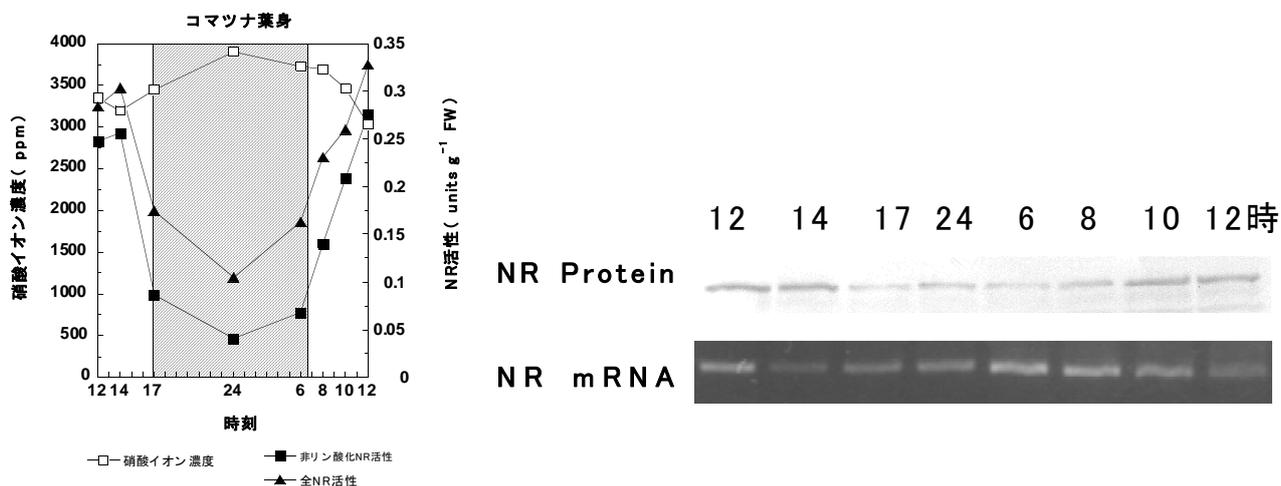


図 1 日周に伴うコマツナの新葉の硝酸イオン濃度、NR 活性、NRタンパク質量、NR mRNA量の変化（王子ら）

夜明けと共に NR mRNA量が増加し始め、午後から減少に転じています。これにわずかに遅れながら NRタンパク質が増減しており、それと共に NR活性も変動し、したがって硝酸イオン濃度は、昼間低く夜高い日周変動となっています。一旦生成した NRタンパク質が夜になると減少するのは、夜間に NRタンパク質がリン酸化されることにより分解が促進されるためです。これは NRタンパク質リン酸化酵素の日周変動から、および NRタンパク質のリン酸化をマンノース処理により抑制すると、NR活性と NRタンパク質量の減少が抑えられることから明らかとなりました。

また、光強度と生育温度を変えたコマツナの水耕栽培の試験から、光強度が強く生育温度が低いほど、NR活性が高くなり硝酸イオン濃度は低くなることも明らかとなりました（壇ら）。

これらの結果から、NR活性を高めて硝酸イオンの還元速度を上げ、硝酸イオン濃度を下げるためには、被覆資材の透明度を保つ、遮光はしない、収穫は曇天の次の日はしない、できれば晴天が続いた日の午後に収穫する、施設内の温度を上げすぎない、などが考えられます。

（２）硝酸イオンの過剰吸収を抑える

これはもちろん野菜の収量、品質を落とさないということが大前提となります。したがって、必要かつ十分な量、即ち生育に必要な量は確保し、かつできるだけ少ない量の窒素肥料を施用することが重要となります。そのためには作物が持ち出す窒素量（収穫野菜中の窒素含有量）を算出し、これと肥料の利用効率から施用窒素の必要量を割り出します。窒素肥料の利用効率は30～60%程度といわれていますが、用いる肥料の種類、施用形態、野菜の種類、作期・作型、土壌・気象条件など様々な要件に影響され、正確にはその都度確かめる必要があります。

肥料を水にとかし灌水と同時に点滴施用する養液土耕は、肥料の利用効率が非常に高い上に生育に応じた精密な施肥管理が可能なので、ここでの目的には適しているといえます。また、肥料の種類では速効性肥料よりも緩効性（肥効調節型）肥料の方が、施肥方法では全層施肥よりも局所施肥の方が利用効率は一般的に良く、施肥量を減らして野菜の硝酸イオン濃度を下げる目的に合致していると考えられます。

（３）硝酸イオンの蓄積が少ない品種を選択する

同一条件で栽培しても硝酸イオン濃度が高い品種と低い品種があります。したがって品種選択も硝酸イオン濃度低減化の一つの方法となります。このとき、当然ですが作期・作型および地域に適した品種を選択する必要があります。

（４）その他

収穫時における土壌中の肥料成分をできるだけ少なくするために、追肥はなるべく控え、どうしても必要な場合は早めに施用する、あるいは在圃期間を数日間、品質に影響のない程度長めにする、また、外葉ほど硝酸イオン濃度が高い場合が多いので、収穫時に外葉を若干多めに除去して調整する、などが硝酸イオン濃度を下げるのに有効であることが判りました。

以上、野菜中の硝酸イオンを減らす方法について、本プロジェクトの研究結果を基に、総論的に述べました。

第 2 章 各論

ここでは、ハウレンソウ、キャベツ、ハクサイ、コマツナ、チンゲンサイ、セルリー、レタスなどについて、プロジェクト参画の各研究機関が開発した具体的な硝酸イオン濃度低減化技術を、品目ごと、栽培形態ごとにマニュアルの形で紹介します。いくつかの種類をマニュアル化しましたが、生産現場の皆さまにとって本マニュアルが利用されやすいものとなるよう願っております。

なお、ここに記された各技術は、普遍化されるまでには至っておらず、作期・作型、気候・土壌条件などは、マニュアルに記されている範囲に限定されますので、留意をお願いします。

養液土耕栽培によるホウレンソウの 硝酸イオン濃度低減化栽培マニュアル

「硝酸プロ」201

栄養診断による作物体内硝酸塩濃度のモニタリングと
収穫期硝酸塩濃度予測技術の開発



問い合わせ先

北海道農業研究センター
生産環境部養分動態研究室

〒062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘 1

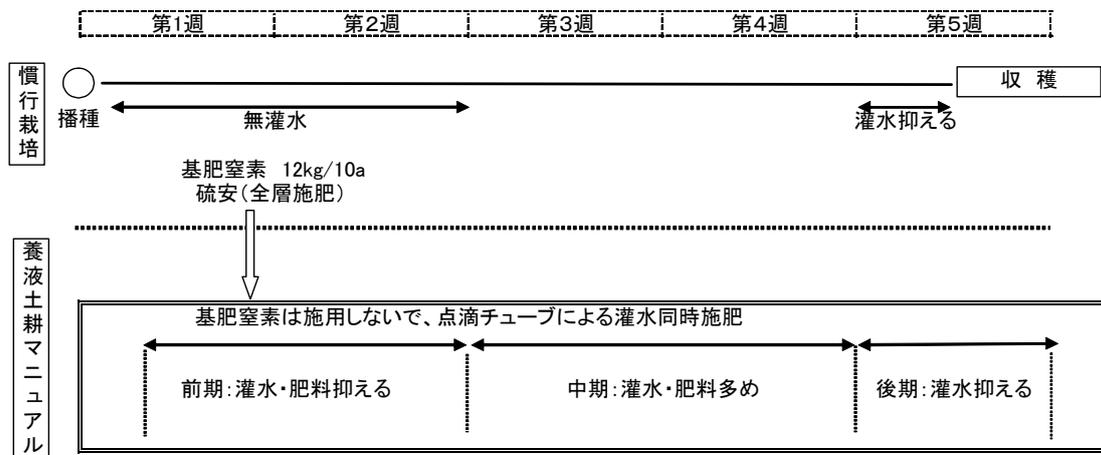
TEL: 011-857-9243

E-mail: okazakik@affrc.go.jp

【重要ポイント】

ホウレンソウの窒素吸収量に近い窒素 $8\text{g}/\text{m}^2$ 施用で養液土耕栽培すると、汁液硝酸イオン濃度が収穫期に向かって徐々に低下するパターンで推移し、収量を落とすことなく硝酸イオン含有率の低い収穫物が安定して得られます。

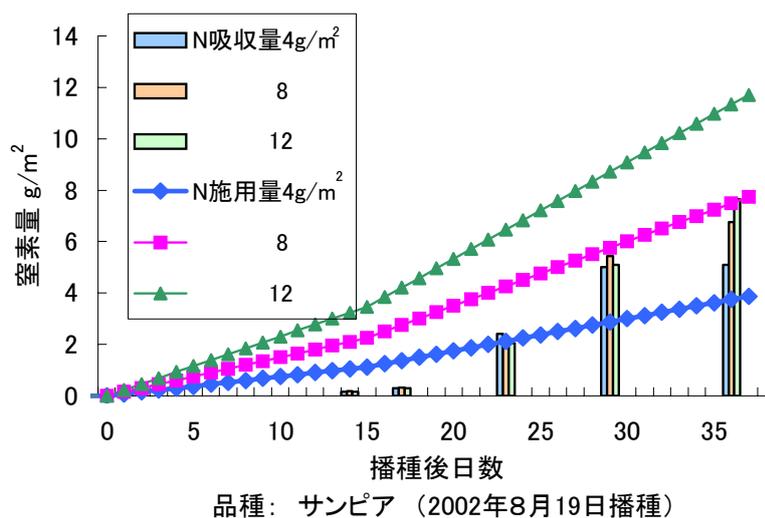
【栽培手順の概略図】



【硝酸イオン低減化技術の概要】

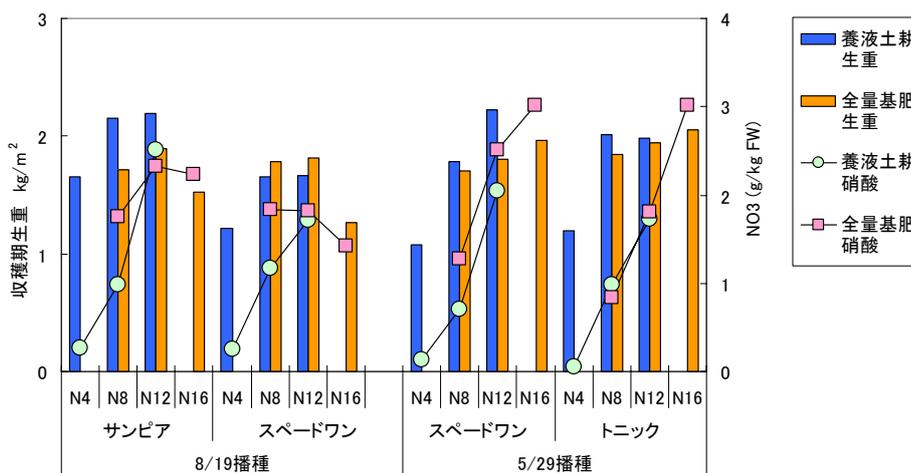
★積算窒素施用量の推移とホウレンソウの吸収量

養液土耕で栽培した時の実際の窒素（N）施肥量とホウレンソウの吸収量の推移を示します。ホウレンソウの場合、窒素 8 g/m²で施肥量と吸収量がほぼ一致するので、このあたりがちょうど良い施肥量と考えられます。



★収量と硝酸イオン含有率

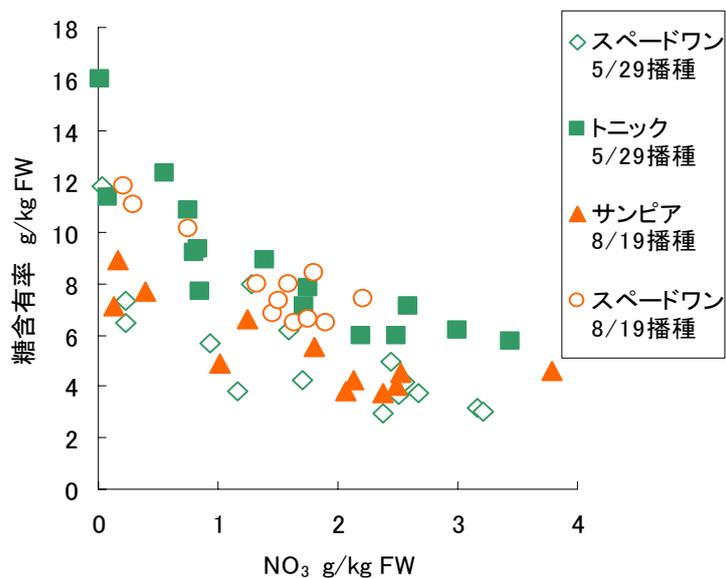
養液土耕栽培で窒素を 8 gN/m²与えることにより、どの作期・品種においても水準以上の収量かつ低硝酸のホウレンソウが安定して得られました。



栽培ホウレンソウにおける収量と硝酸イオン含有率

★硝酸含有率と糖含有率の関係

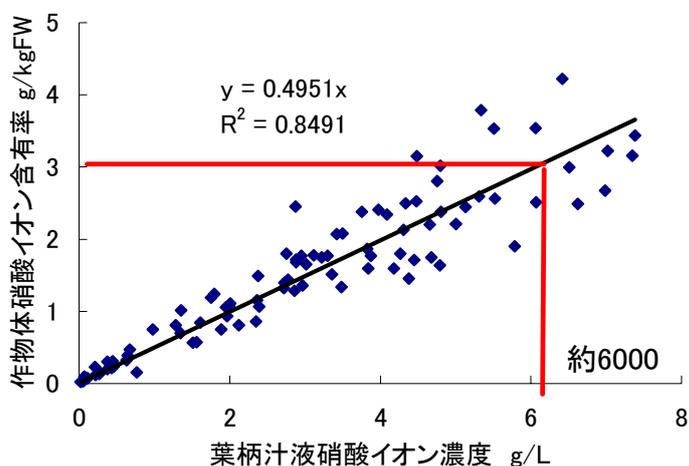
ホウレンソウでは硝酸含有率と糖含有率（グルコース・フルクトース・スクロース含有率の合計）の間に負の相関関係が認められました。つまり、硝酸を低減化することによって糖含有率に対しても良い影響を与えることができます。



【硝酸イオン濃度の利用法】

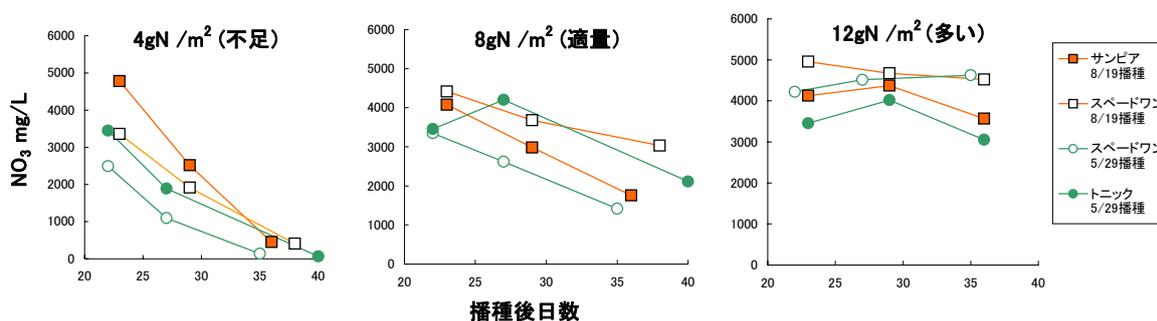
★収穫物の硝酸イオン含有率を簡易に予測

葉柄汁液の硝酸イオン濃度を測定することで、全植物体中の硝酸イオン含有率を簡易に予測することができます。北海道の目標値である 3000mg/kgFW に相当する汁液の硝酸濃度は、約 6000 mg/L となります。

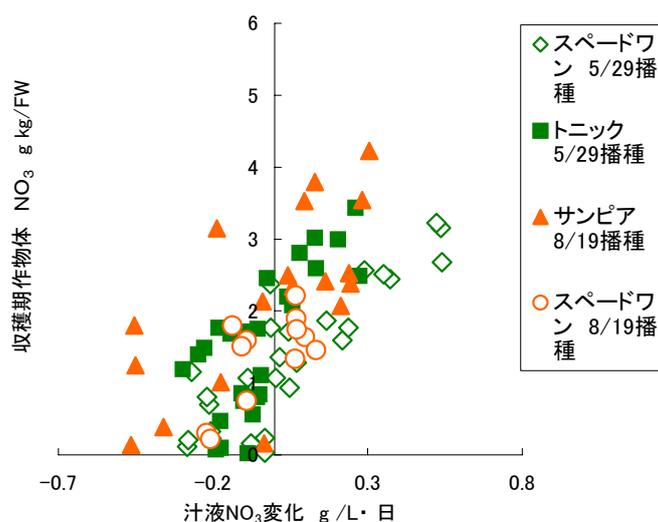


★硝酸イオン濃度の推移から栄養状態を把握。収穫前1週間の推移が重要！

葉柄汁液を採取し、硝酸イオン濃度を測定します。生育期間中、8 gN/m²区のように収穫期に向けて緩やかに硝酸イオン濃度が減少していくような推移をすると、収量を落とすことなく硝酸塩の低い収穫物が得られます。12 gN/m²区のように硝酸イオン濃度が収穫期に向けて低下していかない場合は硝酸含有率が高い収穫物となり、4 gN/m²区のように急激に減少するような推移を示した場合、ホウレンソウの収量は低下してしまいます。



養液土耕・全量基肥にかかわらず、収穫直前の汁液硝酸イオン濃度の推移はホウレンソウの窒素栄養状態をよく反映します。下図に示すように、収穫前1週間における汁液硝酸イオン濃度の1日あたりの変化量は収穫期の作物体硝酸イオン含有率と高い相関関係にあり、変化量が負であれば、いずれの作期や品種においても3000mg/kgFW以下の収穫物が得られました。



収穫前1週間の変化量が正で、収穫期の硝酸含有率が高くなってしまうような場合は、次作で減肥を行うなどの対策を講じる必要があります。

【栽培の手順】

①養液土耕装置と点滴チューブの設置

養液土耕装置（液肥混入機）



点滴チューブ



穴間隔20cm のチューブを、ハウレンソウ2畦につき1本配置します。

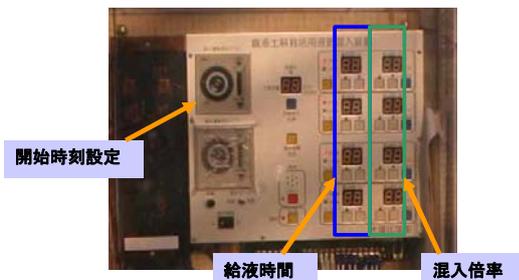
②施肥設計と給液の設定

播種2日後くらいから、給液を開始します。開始時刻、給液時間、液肥混入倍率などをあらかじめ設定しておく必要があります。窒素 8 g/m^2 の施肥と給液は、栽培期間を38日、原液の窒素濃度を 3000 mg/L として下表のように設計しました。15日目からの1日当たり窒素施肥量をそれまでの1.7倍に設定しました。

時期	日数	給液量 $\text{L/m}^2\text{日}$	N 施肥量 $(\text{g/m}^2\text{日})$	液肥のN濃度 (mg/L)	原液 (3000mg/L) の希釈率	給液時間 (分)
生育前期 (1~14日)	15	1	0.15	150	20	2
生育中期 (15~30日)	15	2	0.25	125	24	4
生育後期 (31~38日)	8	1	0.25	250	12	2
期間合計	38	53	8			

※ 液肥は養液土耕3号を使用

○液肥混入機 188 (大塚化学)の例



給液時間は点滴チューブの種類によって決まります

<点滴チューブ:ラム17の場合>

1mあたりの給液量は 0.192L/分 (ラム17の場合)

チューブ1mあたりの給液面積: $1 \times 0.4 = 0.4\text{m}^2$

1 m^2 あたりの給液量: $0.192 / 0.4 = 0.48\text{L} \approx 0.5\text{L/分}$ より

1mm灌水 (1L/m^2) に必要な給液時間は2分

2mm灌水 " 4分

③播種前

pH6 を目標に炭酸カルシウムを施用します。播種前に散水チューブなどで数回の全面灌水を行い、播種にちょうど良い土壌水分となるようにします。しかし、養液土耕栽培は播種後も毎日灌水を行うため、播種前の灌水量を慣行の6割くらいにひかえます。

④播種

畝幅 20cm、株間 5cm、覆土 2cm で、慣行法に従って播種を行います。播種後は 5mm 程度全面灌水をして発芽を促します。



播種 2 日後の様子

⑤発芽 (4 日目くらい)



⑥給液切替(播種 17 日目)

ホウレンソウはこの頃までゆっくり生長します。



⑦給液切替2(播種 30 日目)

夏場など、晴天が多く続いて土壌水分が不足している場合は、給液切替を延期するか、もしくはそのまま最後まで 2mm の灌水で栽培します。



⑧収穫(播種 35~38 日目)

草丈が 20~25cm に達したら、収穫します。



【補足1】 硝酸イオン濃度の簡易測定法

- ① 葉身と葉柄を分け、葉柄部を細かく刻みます。
- ② ニンニク絞り器で汁液を絞り、上清液を 50 倍程度に希釈します。
- ③ 試験紙を希釈液に浸し RQ フレックスで測定します。



【補足2】 注意事項

- ① 養液土耕の長所を生かすためには、有機物などの窒素源の施用を控えた窒素放出の少ない土壌での栽培が理想です。
- ② ホウレンソウを養液土耕栽培する場合、どうしても慣行栽培よりも灌水量が多くなってしまいますので、播種前の灌水量を抑える必要があります。灌水量が多すぎると、品質の低下や立枯病発生の可能性があります。

日射比例型給液管理法を用いた養液土耕栽培による ホウレンソウの硝酸イオン低減化栽培マニュアル

「硝酸プロ」204

養液土耕による適正肥培管理技術の開発



問い合わせ先

千葉大学園芸学部
蔬菜園芸学研究室

〒271-8510 千葉県松戸市松戸 648
電話 047-308-8805
maruo@faculty.chiba-u.jp

はじめに

■近年、食品中に含まれる硝酸が人体に様々な悪影響を及ぼすことが問題視されており、食品から摂取する硝酸の約9割が、野菜（特に葉菜類）由来のものであるとも言われている。現在、野菜の硝酸低減化のための様々な方法が試みられているが、作物に贅沢吸収をさせないということが大きな手段となることから、本マニュアルでは養液土耕栽培による適正肥培管理技術の開発について解説する。

養液土耕栽培とは

■基本的に植え付け前には肥料を全く入れず、すべての水と肥料を液肥の形で点滴灌液する栽培法のこと。水・肥料の供給量・頻度を自由にコントロールできる栽培法であり、植物の養水分吸収量に応じた給液管理が可能である。また、肥料の利用効率も格段に向上し、節肥、環境負荷軽減等の利点も注目されている。現在、主に果菜類や花卉で利用されており、葉菜類の栽培にはほとんど利用されていない。

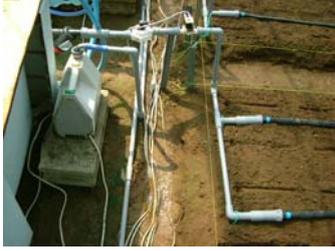
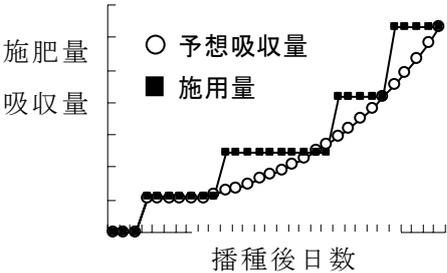
日射比例型給液管理法とは

■一定の日射量が積算される毎に、自動で少量多頻度の給水や施肥を行う栽培管理法。日射量と植物の光合成および養水分吸収量との間には高い相関関係があるため、養水分要求量に応じた給液管理が可能となる。天気の良い日には多く、悪い日には少なく給液がされるので、天候の変化にもうまく対応できる。自動給液なので、管理者の負担も少なく、過剰な給液も避けられ、節肥、節水効果も高い。

本マニュアルの対象

■硝酸の蓄積が特に問題とされているハウレンソウについて、日射比例給液型の養液土耕栽培で生産して、硝酸含有量の低い収穫物を得るとともに、節肥、環境負荷の軽減などを目指す際の栽培マニュアルとする。

栽培の概要および重要ポイント

<p>①日射比例型給液制御装置の準備</p> 	<p>○日射センサと制御コンピュータが必要</p>
<p>②タンク、給液装置、灌液チューブ等の設置</p> 	<p>○正確で均一な給液を目指す</p>
<p>③給液プログラムの設計</p> 	<p>○ホウレンソウの生育に応じた予想給水量、肥料吸収量によって給液プログラムを設計する</p> <p>○栽培圃場の残存肥料成分を考慮し、施肥量を調節する</p>
<p>④圃場準備</p>	<p>○土壌 pH、水分含有量の調節</p>
<p>⑤播種</p>	<p>○時期、目的に合わせた品種を選定する</p>
<p>⑥栽培管理</p> 	<p>○給液はすべて自動と</p> <p>○栽培後期から水のみ給液に切り替える</p>
<p>⑦収穫</p> 	<p>○播種からの積算日射量および草丈を目安に収穫</p>
<p>⑧収穫後の圃場管理</p>	<p>○収穫後土壌の診断を行い、次作の施肥量を決定する</p>

本マニュアルによって期待できる結果

※ここに示したデータは全て以下の条件下で栽培した場合のものである

- ・夏まき栽培
- ・品種：ジョーカー（トキタ種苗）
- ・株間・条間ともに 20cm、1 穴 4 株に間引き
- ・最後の 4 日間は水のみの給液に切り替えた

■肥料の節約

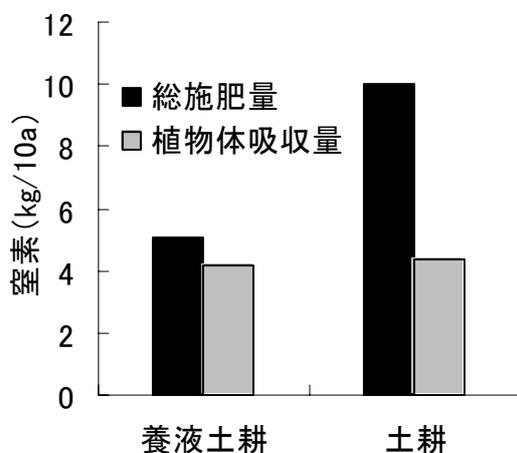
養液土耕栽培・・・10a あたり窒素で約 5kg

慣行土耕栽培・・・10a あたり窒素で 8～15kg

※ 約半量の肥料で栽培ができる

■肥料の利用効率向上，環境負荷の軽減

窒素施肥量と植物体吸収量の関係



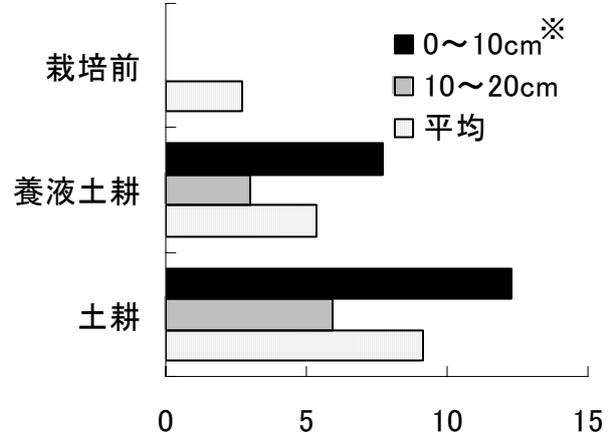
利用効率(窒素)

養液土耕栽培・・・約 80%

慣行土耕栽培・・・30～40%

土壌残存NO₃-N量(mg/100gDW)

(※土壌表面からの深度)



土壌残存NO₃-N量

養液土耕栽培・・・5.4mg/100gDW

慣行土耕栽培・・・9.1mg/100gDW

■可食部の硝酸濃度の低下

養液土耕栽培・・・3300ppm 程度

慣行土耕栽培・・・4500ppm 程度

※本データは一年の中で最も硝酸濃度が高い夏期栽培の結果であり、秋冬まき栽培では、さらなる硝酸濃度の低下が期待できる。

栽培法の詳細説明

①日射比例型給液制御装置の準備

日射比例型の灌液制御コンピュータを株式会社 ESD が開発（千葉大学蔬菜園芸学研究室と協力）し、平成 17 年土中に発売される予定である。であればこの灌液制御コンピュータは、日射センサで日射量を計測し、積算日射量が設定値に達する毎に一定量の給液を行うものであり、日射比例型給液管理が容易にできる。ワンチップコンピュータを採用したコンパクトでシンプルな構造であり、価格も比較的安価である。



灌液制御コンピュータ外観

- ・ 234 × 196 × 65mm
- ・ 手前は付属日射センサ
- ・ 販売希望価格 ¥150,000 程度

仕様

- ・ 電源AC100、200V（どちらでも可）。
- ・ 入力は基本的に日射センサのみ（必要に応じて気温センサなどに変更可）。
- ・ 3系統の出力があり、多様な使用が可（灌水のみ、養液土耕、水耕栽培等）。
- ・ 制御出力は2通り・・・定量ポンプの運転時間の制御（タイマー制御）

流量計による制御（パルス制御）

- ・ 生育ステージに応じて給液・施肥量を変えたい場合、設定した積算日射量に達する毎に自動でステージが推移する（手動もステージの変更可）。
- ・ タッチパネルですべての項目の設定が可能。何種類かの作物の給液パターンはあらかじめ記憶させてある。

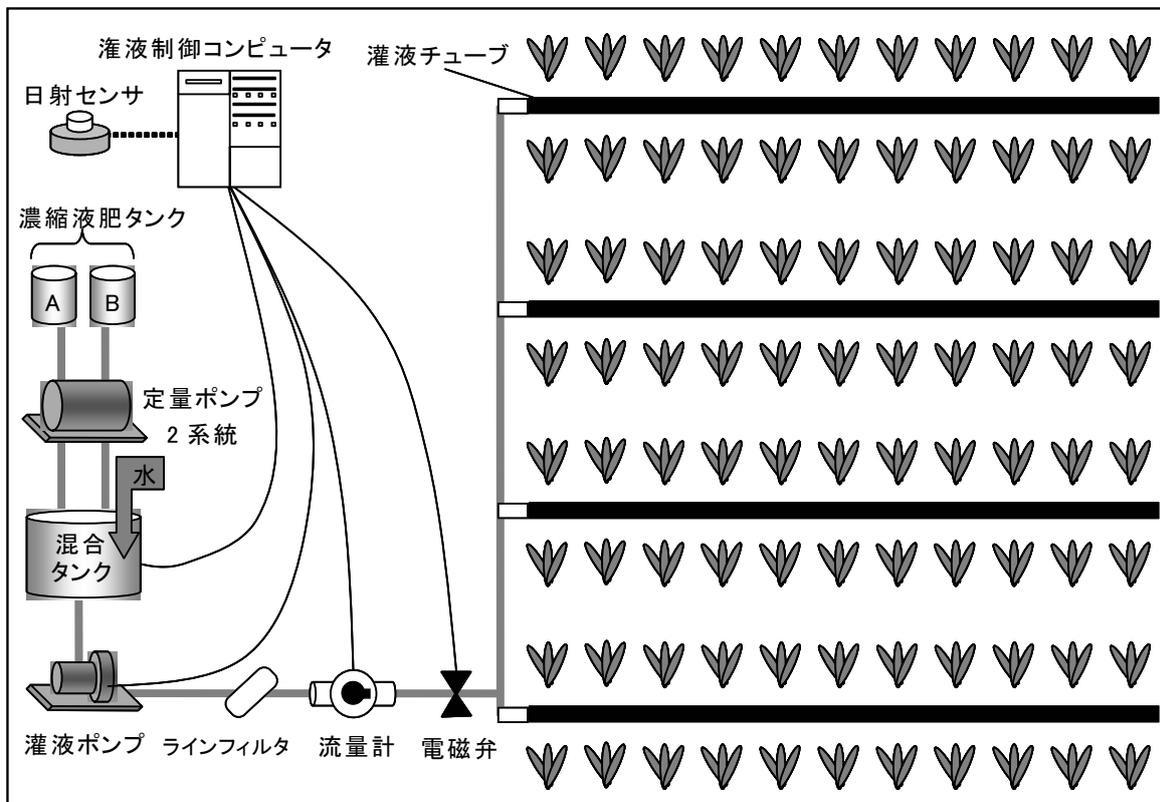
※ 現在も千葉大学と提携して改良中である。

②タンク、給液装置、灌液チューブ等の設置

■用意する備品

- ・ 日射センサ付属灌液制御コンピュータ（株式会社 ESD）、又はこれに準じたもの
- ・ 培養液タンク×3（濃縮液肥用タンク×2、混合用タンク×1）
- ・ 定量ポンプ（2系統の給液ができるもの、もしくは2台）
- ・ 水用ポンプ
- ・ フィルタ
- ・ 流量計
- ・ 電磁弁
- ・ 灌液チューブ（正確で均一な給液が可能なもの、ドリッパー内蔵型がよい）
〈例〉ネタフィルムジャパンの圧力補正付点滴灌水チューブ「ドリップネット」
（流量 1l/h、最高水圧 1.4bar、ドリッパー間隔 10～50cm）
- ・ 各種コネクタ、その他部品

■圃場における配置の一例



■見積例

以下の条件で必要経費を算出

- ・ ハウス 3 棟分（ハウス内面積で合計 10a 程度）
- ・ 条間、株間ともに 20cm とし、2 条の間に 1 本灌液チューブを設置

品名	単価	個数	合計
日射センサ付属灌液コンピュータ（株式会社 ESD）	¥150,000	1	¥150,000
培養液タンク×3（濃縮液肥×2、混合用×1）	¥12,000	3	¥36,000
液肥用定量ポンプ	¥50,000	3	¥150,000
ラインフィルタ（ディスクフィルタ（#120））	¥10,000	3	¥30,000
灌液用ポンプ	¥50,000	3	¥150,000
流量計	¥6,000	3	¥18,000
電磁弁	¥6,000	3	¥18,000
灌液チューブ（ネタフィルムジャパン「ドリップネット」）	¥11,500	27	¥310,500
各種コネクタ，その他部品			¥100,000
合計			¥962,500

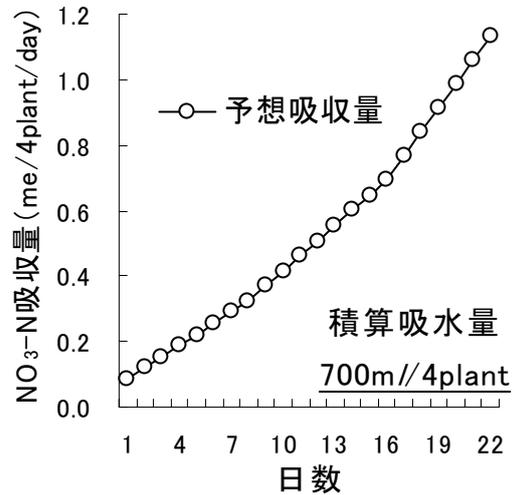
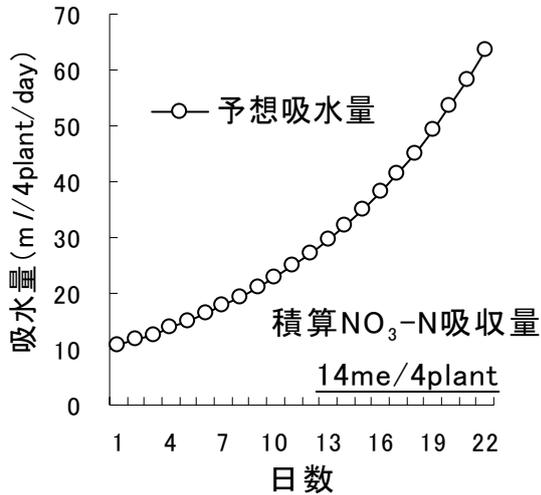
※この他にランニングコストとして種子、肥料塩、電気代が必要である。

③給液プログラムの設計

①ハウレンソウの毎日の予想吸水量、予想養分吸収量は下記のグラフのようになる。

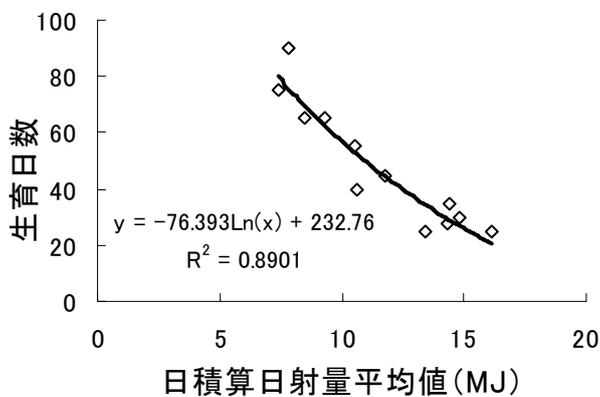
※ 夏期ハウレンソウ水耕栽培の結果より算出

※ 品種、環境条件等により多少の変動あり



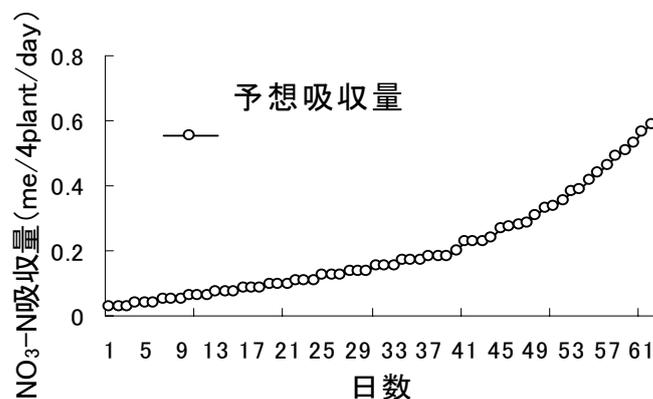
②播種から収穫までの大体的日数を算出する

※ 下記のグラフのように栽培期間の日積算日射量の平均値から大体の生育日数が算出できる。生産者が経験から得た生育日数を用いてもよい。



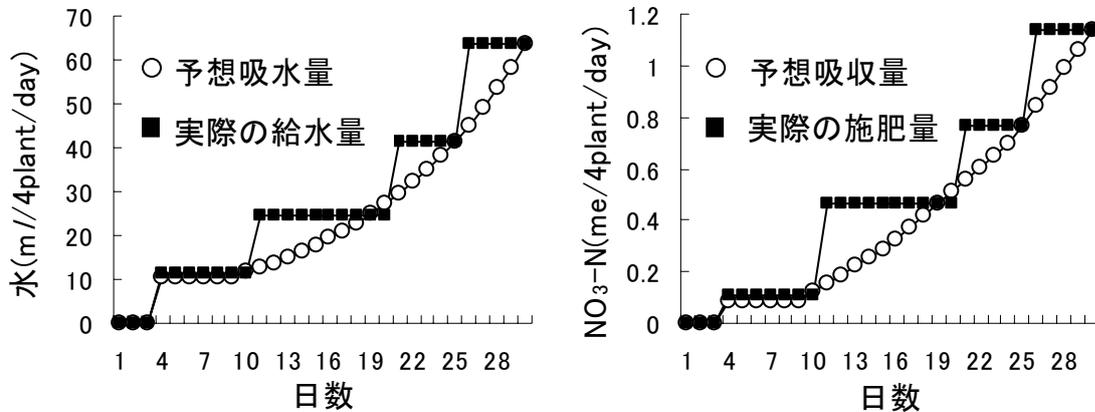
※ハウス栽培の場合
播種から収穫まで

③積算を同じにし、生育日数に合わせてグラフを作り替える（水、肥料ともに）



④実際の給水量、施肥量を決定する。

- ・水、肥料ともに予想吸収量の約 1.2 倍程度を施用するようにする。
- ・毎日設定値を変えるのは大変なので、下記の表のように適当な段階を設ける。



⑤天候に合わせた施用が出来るようにする。

- ・次の段階への移行や収穫のタイミングは、日数ではなく、日射量で設定する。
 〈例〉播種から 120MJ までは段階 1、121 から 200MJ までは段階 2、・・・450MJ 溜まった時点で収穫

⑥給液のタイミングは積算日射量 1MJ/m²毎とする。

$$1\text{MJ 毎の給液} \cdot \text{施肥量} = \frac{1\text{ 日の給液} \cdot \text{施肥量}}{\text{その時期の日積算日射量平均}}$$

○給液プログラムの一例

(8月播種、播種～収穫 30 日間、日積算日射量平均値 15MJ の場合)

段階	給液量(m//4plant)		施肥量(NO ₃ -N me/4plant)	
	1日	1MJ	1日	1MJ
播種～発芽	0	0	0	0
発芽～120MJ	10.67	0.71	0.088	0.006
121MJ～210MJ	16.31	1.09	0.256	0.017
211MJ～300MJ	27.14	1.81	0.508	0.034
301MJ～375MJ	41.50	2.77	0.767	0.051
376MJ～450MJ	63.45	4.23	1.136	0.076

④圃場準備（ハウス栽培）

- ・十分に耕起しておく。
- ・元肥は必要ない。土壌の物理性が著しく悪い場合は土壌改良材を施用する。
- ・酸性土壌の場合、苦土石灰などの石灰質肥料を施用し、pHを6.3～7.0に改善する。
- ・播種前に土壌を発芽に好適な水分状態にしておく。



播種前の圃場

⑤播種

- ・栽培時期に合わせた品種を選択する。
 - ・給液や収穫の利便性を考慮し、株間、条間ともに20cmの点播とする。
 - ・1穴4株程度収穫することを目標に、発芽率を考慮して播種（大体5～7粒まき）。
- ※ 播種法、株間、条間等は栽培者がやりやすいように設定すればよい。



出芽してきた様子

⑥栽培管理

- ・播種から発芽までは給液を行わない。
 - ・発芽後は、灌液コンピュータを用い、給液プログラムに従って自動で給液を行う。
- ※ 栽培期間中、土壌表面が極端に乾燥した場合には、適当に灌水を行う。



均一な給液の様子



揃った生育

液肥

- ・ ホウレンソウの肥料成分要求に適合した液肥を用いる。

〈例〉 太洋ホウレンソウ処方（ホウレンソウ水耕栽培に用いられているもの）

1単位液の組成 (me/l)						必要な肥料塩量 (100倍液1/作成)	
NO ₃ -N	NH ₄ -N	PO ₄ -P	K	Ca	Mg	Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	31.85g
16	1.3	4	12	4	4	KNO ₃	121.03g
						NH ₄ H ₂ PO ₄	15.34g
						MgSO ₄ ·7H ₂ O	34.51g

※これに準じたものならよい。原水の水質に注意する（場合によっては補正が必要）。

⑦収穫

- ・ 収穫の目安は草丈 25～30cm の時とする。
- ・ 収穫予定日の数日前から水のための給液に切り替える。



収穫物

⑧収穫後の圃場管理

- ・ 収穫後、土壌の硝酸態窒素含有量を測定し、次作の施肥量を決定する。

水準	I	II	III	IV	V
硝酸態窒素 (mg/100gDW)	0～5	5～10	10～15	15～20	20 以上
施肥量 (%)	100	75	50	25	0

局所施肥による低硝酸ホウレンソウ栽培マニュアル (雨よけ栽培、春～秋作体系)

「硝酸プロ」303

局所施肥、灌水同時施肥等を活用したホウレンソウ、カブ等の硝酸塩濃度低減



問い合わせ先

岐阜県中山間農業技術研究所 試験研究部
〒509-4244 岐阜県中山間農業技術研究所 試験研究部
TEL:0577-73-2029
FAX:0577-73-2751
E-mail : c24402@pref.gifu.lg.jp

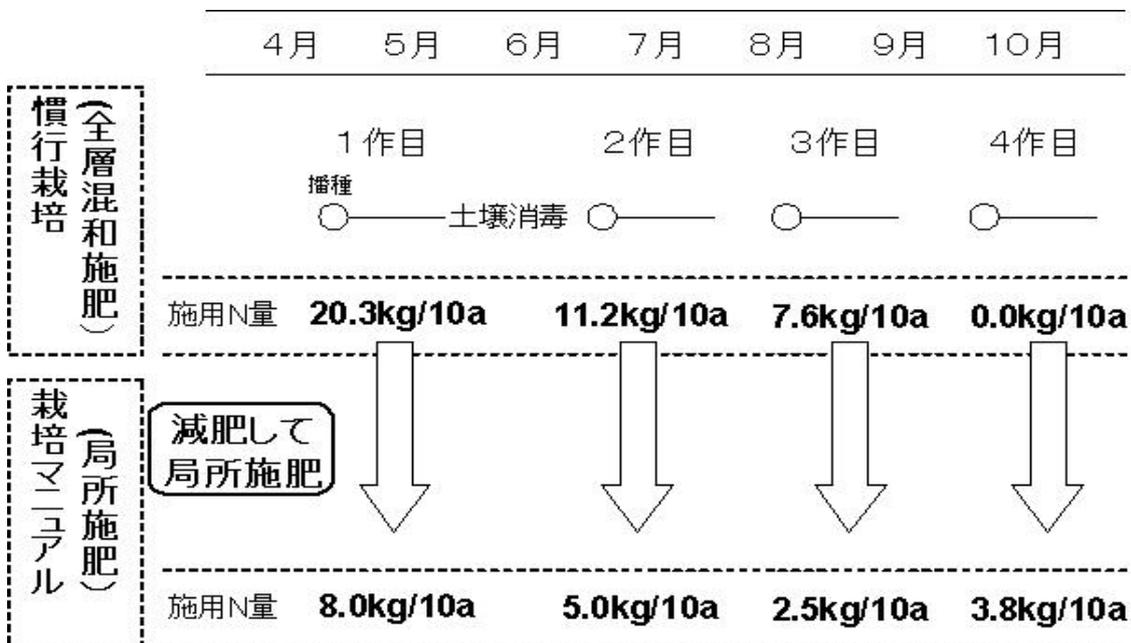
＜はじめに＞

本マニュアルで取り上げるホウレンソウなどの植物はアミノ酸やタンパク質などの合成のため N (窒素) を必要としますが、ほとんどの植物が空気中の N₂ を利用することはできません。このため農作物の生産には必ず化学肥料や有機質肥料、堆肥等により他の栄養素と一緒に N が土壤に施されます(様々な形態の N が利用されています)。この様に必要な N ですが必要以上の施肥を行うと作物体中の硝酸イオン(NO₃⁻)濃度が高くなる傾向があります。ここでは雨よけホウレンソウ(春～秋作)について減肥(肥料を減らす)体系の局所施肥で、硝酸イオン濃度を低減します。

＜栽培のポイント＞

硝酸イオン濃度を低減するためには無駄な施肥を極力避けることが基本になります。局所施肥は通常的全層混和施肥と比較し、的確に根が発達する場所に施肥を行うことができるため、施肥の効力をコントロールし易くなります。このためこの低硝酸栽培マニュアルでは**減肥を前提とした局所施肥**で栽培します。また、少量の T-N 施用量が硝酸イオン濃度に大きく影響するため土壤中地力窒素など土壤の化学性なども十分に把握してください。

＜低硝酸栽培マニュアルの概要＞



＜慣行栽培と低硝酸栽培の比較＞

この低硝酸栽培マニュアルで栽培を行うと作物体中の硝酸イオンが低減します。慣行施肥体系は全層混和施肥を用いますが、この低硝酸栽培マニュアルの施肥体系では種子直下2 cm の位置に慣行の施肥体系から減肥して局所施肥します。この体系による硝酸イオン濃度の低減効果を以下で明らかにします。

(1)栽培体系

＜慣行栽培の施肥体系(全層混和施肥)＞

	施用 N 量 (kg/10a)				
	1	2	3	4作目	合計
化学肥料	14.3	5.2	5.2	0.0	24.7
有機肥料	6.0	6.0	2.4	0.0	14.4
合計	20.3	11.2	7.6	0.0	39.1

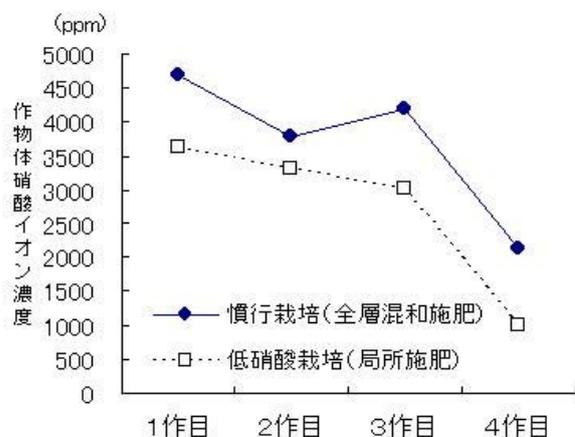
＜低硝酸栽培の施肥体系(局所施肥、種子直下2cm)＞

	施用 N 量 (kg/10a)				
	1	2	3	4作目	合計
化学肥料	8.0	5.0	2.5	3.8	19.3
有機肥料	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合計	8.0	5.0	2.5	3.8	19.3

注)両栽培体系ともに栽培直前に牛糞バーク堆肥を 4t/10a 施用

供試品種 1作目:サライト、2作目:改良夏一番、3作目:夏一番、4作目:スクリップ

(2)具体的データの比較

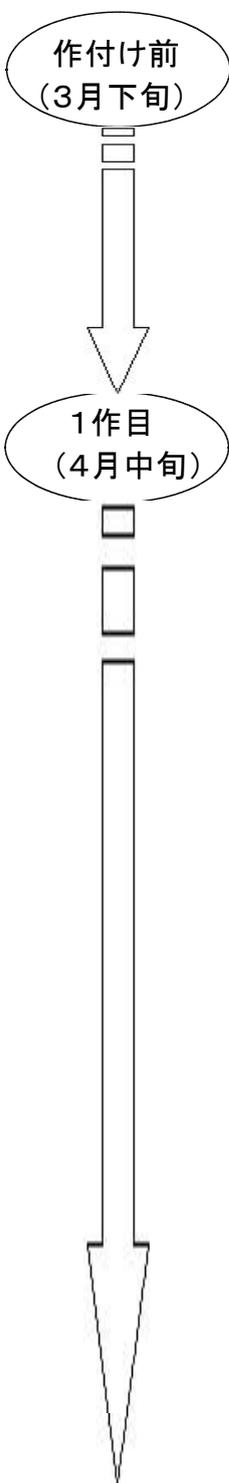


この比較では1、2、3、4作目それぞれ 1067、479、1169、1121ppm 硝酸イオン濃度を低減できました。ただし、クロルピクリンによる土壌消毒後の2作目については他の作期の半分程度しか低減できず、注意が必要と考えられました(図1)。

図1 慣行栽培と低硝酸栽培の硝酸イオン濃度

<低硝酸栽培マニュアル>

ここでは局所施肥(減肥体系)を用いた低硝酸栽培の主に<施肥位置>、<使用する肥料>、<施用N量>について説明します。



圃場管理

土壤診断を実施し、地域のハウレンソウ慣行栽培に沿った土作りをしましょう。土壤の化学性が大きく偏っていると慣行栽培においても健全な生育が行われません。

例: 岐阜県飛騨地域の土壤診断基準

pH (H ₂ O)	置換性塩基(%)		
	石灰	苦土	加里
6.0~6.5	55~70	15~20	4~8

飛騨高冷地園芸振興会編集「飛騨のやさい」より抜粋

1作目

<施肥位置>

局所施肥により種子直下2 cm になるよう施肥します。

<使用する肥料>

速効性の化成肥料(NO₃:NH₄⁺=4:6)とします。

雨よけハウレンソウ(春~秋作)は生育期間が短いため有機質肥料、緩効性肥料等を使用する必要はありません。

<施用N量>

8 kg/10a 程度とします。

局所施肥ではN 2 kg/10a 少ないだけで硝酸イオン濃度は1200ppm 低減し、340kg/10a 減収します(図2)。このため少量のNが重要で圃場の可給態窒素などを事前に測定し、硝酸イオン濃度が低下しない場合や収量が大きく低下する場合は次年度、施用N量を加減してください。

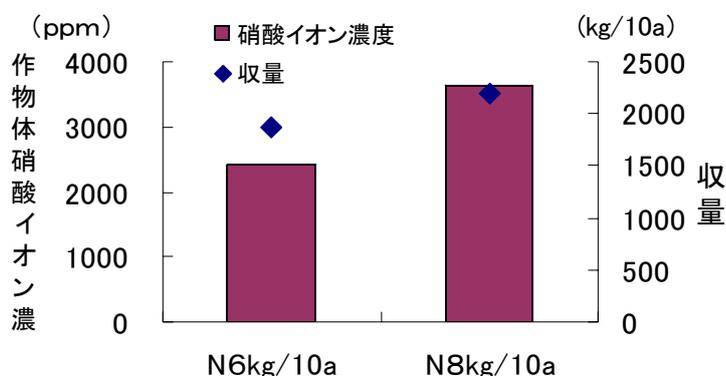
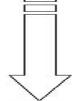
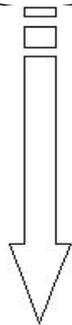


図2 施用N量の違いによる硝酸イオン濃度と収量(局所施肥、品種:サンライト)

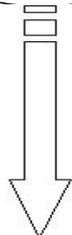
土壤消毒
(5月下旬)



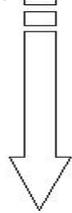
2作目
(6月中旬)



3作目
(8月上旬)



4作目
(9月中旬)



土壤消毒

クロルピクリンによる土壤消毒を行います。クロルピクリン消毒後は N が発現してきます。また、還元土壤消毒を行うために有機物を施用した場合はその有機物の N 含有量を測定し、2作目以降の施用 N 量を減らしてください。

2作目

<施肥位置>

局所施肥により種子直下2 cm になるよう施肥します。

<使用する肥料>

速効性の化成肥料とします。

<施用 N 量>

5 kg/10a 程度とします。

土壤消毒が終了し2作目までに期間がある場合は土壤中硝酸態窒素が増加しているため更に減肥してください。

3作目

<施肥位置>

局所施肥により種子直下2 cm になるよう施肥します。

<使用する肥料>

速効性の化成肥料とします。

<施用 N 量>

2.5 kg/10a 程度とします。

4作目

<施肥位置>

局所施肥により種子直下2 cm になるよう施肥します。

<使用する肥料>

速効性の化成肥料とします。

<施用 N 量>

3.8 kg/10a 程度とします。

<注意>

- ・ 栽植距離は畦幅 300cm、株間 8cm、条間 16cm 前提としています。
- ・ 防除等の一般栽培管理については地域慣行を基本としてください。
- ・ 若干、収量低下(収穫適期までの生育はしますので収穫日を2~3日遅らせることで収量は確保できます)する場合があります(<参考>(1)参照)。この場合は硝酸イオン濃度、収量を確認しながら施用 N 量を加減してください。
- ・ 本マニュアルはほとんど地力のない圃場データ、飛騨地域ハウレンソウ栽培体系をもとに作成しており、作付を行う場合、圃場の可給態窒素、作物体硝酸イオン濃度などを測定し、施肥量を調節してください。

<参考>

(1) 局所施肥体系の検討

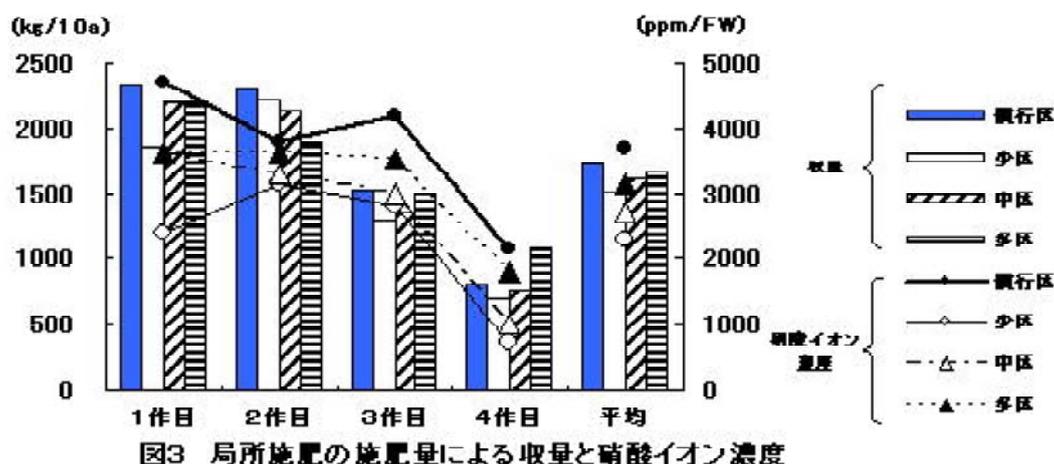
1) 試験場所: 所内ハウス 2) 品種: 1作目、サライト 2作目、改良夏一番 3作目、夏一番 4作目、スクラブ

3) 播種日: 1作目、4/16 2作目、6/14 3作目、8/3 4作目、9/13

4) 試験区の構成

区	施肥量 (T-Nkg/10a)					
	1	2	3	4作目	合計	
慣行区	20.3	11.2	7.6	—	39.1	全層混和施肥 硝加磷安333 有機7グレット 666
少区	6.0	5.0	2.5	3.8	17.3	局所施肥 硝加磷安 333
中区	8.0	5.0	2.5	3.8	19.3	局所施肥 硝加磷安 333
多区	8.0	7.0	2.5	5.8	23.3	局所施肥 硝加磷安 333

注) 1: 4/6 に堆肥を全区 4t/10a 施用 2: 慣行区はぎふクリーン農業の施肥体系
3: クロビクリン消毒を 6/16 に行った 4: 施肥位置は種子直下 2cm



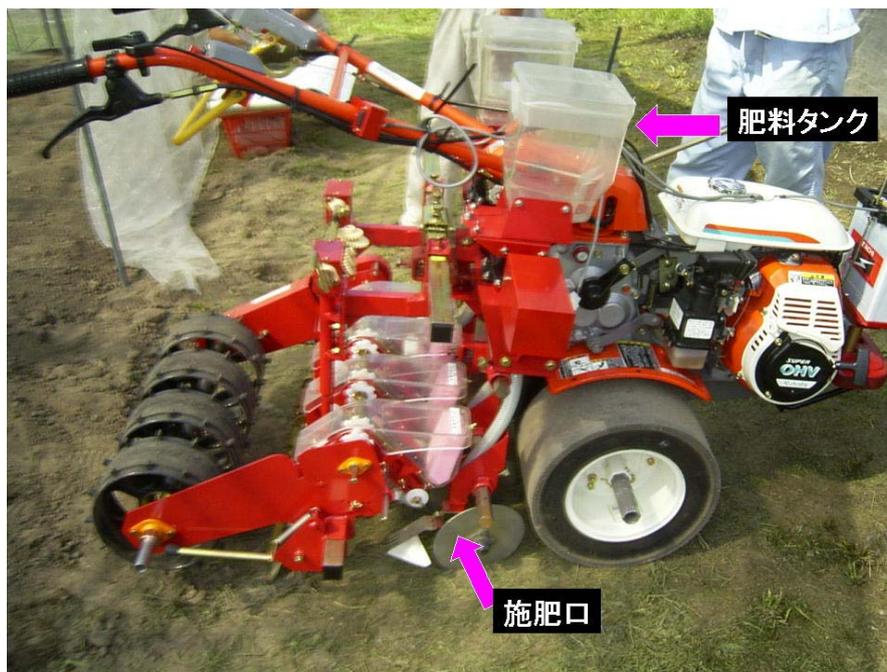
5) 結果の概要

局所施肥区の硝酸イオン濃度は慣行区と比較し少区で約38%、中区で約26%、多区で約15%低下しました。しかしながら2作目の硝酸イオン濃度は他の作期と比較し、試験区間の差が少なくなりました。収量は慣行区と比較し少区で約13%、中区で約7%、多区で約4%の減収となりました。また2作目では局所施肥3区間で施肥量の増加するほど収量が減少する傾向が見られました。

以上のことから収量の低下が少なく硝酸イオン濃度が低くなる中区の施肥量が妥当と考えられました。しかしながら2作目については他の作期とは違う傾向で注意が必要と考えられました。

(2)局所施肥・播種機

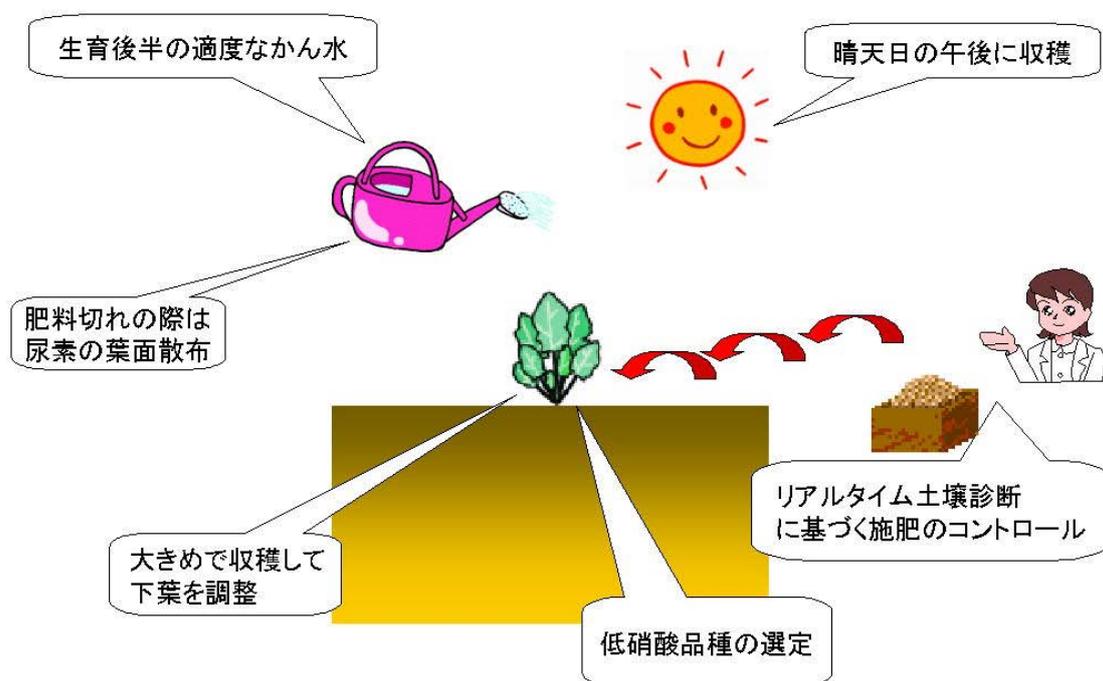
局所施肥をするにあたり作業機械が必要となります。手押しタイプの播種機などでも局所施肥はできますが大変な作業となります。以下の写真は岐阜クボタ高山営業所にて試作された局所施肥・播種機です。局所施肥をするのと同時に播種を行います。施肥機のみ(播種機は含まない)で約30万程度、1ha規模で1年で償却可能(肥料代の削減による、播種機がベルトシーダータイプであればそのまま使用可能)。



リアルタイム土壌診断に基づく肥培管理による ホウレンソウの硝酸塩低減化栽培マニュアル

「硝酸プロ」306

暖地冬春ホウレンソウ、タカナ類の品種および栽培方法の改善とリアルタイム診断に基づく肥培管理による硝酸塩低減化



硝酸塩低減化のための技術

問い合わせ先

福岡県農業総合試験場
土壌環境部・野菜栽培部
〒818-8549 福岡県筑紫野市大字吉木587
TEL:092-924-9236
092-922-4364
E-mail: araki@farc.pref.fukuoka.jp
k-ryu@farc.pref.fukuoka.jp

硝酸塩含量は土壌中の窒素、日射、温度等の環境要因によって変動するため、徹底した栽培管理により、低減化を図る。

ホウレンソウ硝酸塩含量低減化対策の概要

目 次

圃場準備



- 堆肥施用 … 1 (1)
- pH矯正 … 1 (2)
- 基肥施用 … 1 (3)

播種



- 栽培期間に合わせた品種選定 … 2 (1)
- 硝酸塩含量の低い品種の選定 … 2 (2)

栽培管理



- かん水管理 … 3 (1)
- リアルタイム土壌診断と追肥施用 … 3 (2)

収穫



- 収穫期延長 … 4 (1)
- 収穫時刻 … 4 (2)
- 収穫後の調製 … 4 (3)

1 圃場準備

(1) 堆肥施用

完熟した堆肥を播種前1～2ヶ月前に1～2 t/10a程度散布する。

(2) pH矯正

酸性土壌では生育が著しく劣るため、栽培土壌のpHを測定し、6.3～7.0になるよう石灰資材を施す。

(3) 基肥施肥（秋出し、晩出し）

ハウレンソウ栽培では初期生育を旺盛にすることが肝要であるので、基肥に重点を置き窒素成分で18kg/10a程度施肥する。

2 播種

(1) 栽培時期に合わせた品種の選定

抽だい、低温伸長性等を勘案し、品種を選定する。

表 冬春ハウレンソウの作型と品種

作型	播種期	収穫期	推奨品種	硝酸塩含量の低かった品種
秋出し	9月中旬～ 10月上旬	10月下旬～ 12月上旬	アトランタ、パンドラ、 ミストラル、サンクスト、 フィーリング 125	アトランタ、 ミストラル
晩出し	10月中旬～ 11月下旬	1月上旬～ 4月上旬	アトランタ、パンドラ、 フィーリング 125	プラトン、 くろうま

(2) 硝酸塩含量の低い品種の選定

①部位別硝酸塩含量

ハウレンソウの葉柄には葉身より多くの硝酸塩が含まれる。

②選定基準

硝酸塩含量、収量性、耐病性、早晩性（低温伸長性）、葉色、
シュウ酸含量

③硝酸塩含量の低い品種

上記の選定基準に基づき下記のとおり硝酸塩含量の低かった品種を選定した。

表 硝酸塩含量の低い品種の特徴（対照品種との比較）

播種期	品種名	硝酸塩	水溶性	収量性	早晚	葉色	べと病 抵抗性
		含量 (mg/kgFW)	シュウ酸含量 (g/株)	(g/株)	(栽培日数)	(SPAD)	
9月	アトランタ	1,500	5,840	31	41	44	R1. 2. 3. 4
	ミストラル	1,670	5,740	33	42	46	R1. . 3. 4
	パンドラ(対照品種)	2,550	6,540	34	41	46	R1. 2. 3. 4. 5
10月	プラトン	2,330	7,640	28	64	46	R1. 2. 3. 4. 5
	くろうま	1,870	6,770	31	77	64	R1. 2. 3. 4
	パンドラ(対照品種)	3,020	6,480	24	60	43	R1. 2. 3. 4. 5

3 栽培管理

(1) かん水方法

播種直後のかん水は、発芽をそろえるため充分に行う。また、収穫物中の硝酸塩含量を低く抑えるために、生育後期（草丈 15cm 以上）に降雨が少ない場合は、pF2.3 以上に乾燥させないように、適度なかん水を行う。この際、PK 液肥（K₂O:200ppm）をかん水すると効果が大きい。

(2) リアルタイム土壌診断と追肥施用

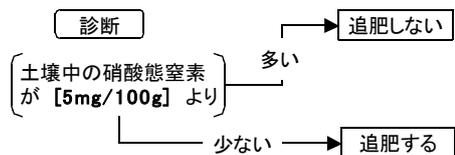
(9月中旬～10月上旬播種)

追肥時期は播種約 1 ヶ月後を目安とし、土壌中の硝酸態窒素含量が 5mg/100g を下回ったときとし、上回った場合には省略する。

(10月中旬以降播種)

1 回目の追肥の時期は、播種約 1 ヶ月後を目安とする。ただし、土壌中の硝酸態窒素含量が 10mg/100g 以上の時は、施用を控える。2 回目の追肥の時期は、土壌中の硝酸態窒素含量が 5mg/100g を下回ったときとし、上回った場合には省略する。

【9月播種】



【10月播種】

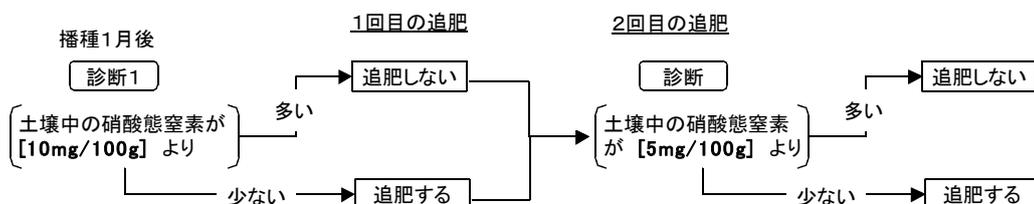


表 土壤中硝酸態窒素含量とホウレンソウの硝酸イオン濃度

追肥Ⅱ直前の土壤中 硝酸態窒素含量	追肥Ⅱの 有無	草丈 cm	葉色	m ² 当 収量 kg	硝酸イオン 濃度 mg/kgFW
4.2	無	22.9	44.4	1.61	1,130
4.2	有	24.1	46.5	1.65	1,560
4.3	無	24.3	46.3	1.75	670
4.3	有	24.4	47.3	1.87	1,020
6.4	無	25.6	47.5	2.07	1,760
6.4	有	26.2	47.7	2.17	2,420

注) 1. 供試品種「パンドラ」

(土壌診断)

土壌診断の際、土壌の採取位置は条間中央部の地表下 0～10cm とする。数ヶ所から採取し混合し、できるだけ礫や植物残渣等を除去した後、診断する。

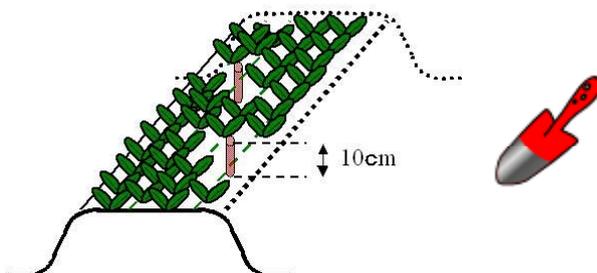


図 土壌の採取位置

診断は播種約 1 ヶ月後（1 回目の追肥施用前）以降，2 週間程度毎に実施する。

ふた付きの容器に未風乾土 1（50g）に対し重量比で 2 倍量（100mL）の水を加え，ふたをし，振とうする。ろ過後のろ液，もしくはしばらく静置，土壌の粒子を十分沈降させて得られる上澄み液について硝酸イオン試験紙を使って小型反射式光度計にて診断を行う。



図 硝酸イオン試験紙と小型反射式光度計

表 小型反射式光度計の表示値から土壌中の硝酸態窒素含量への換算早見表

土壌中の 硝酸態 窒素含量	土壌水分 (含水率)	16%	18%	20%	22%	24%	26%
		3mg/100g	5 2	5 0	4 8	4 7	4 5
5mg/100g	8 6	8 3	8 0	7 8	7 5	7 2	
7mg/100g	1 2 0	1 1 7	1 1 3	1 0 9	1 0 5	1 0 1	
10mg/100g	1 7 2	1 6 6	1 6 1	1 5 5	1 5 0	1 4 5	

早見表例) 土壌の湿り具合から含水率 22 %程度と推定される土壌の水浸出液の硝酸イオン濃度が小型反射式光度計で 93 (ppm) と表示された場合、土壌中の硝酸態窒素含量は、乾土 100g 当たり約 6mg である。

参考 土壤水分について

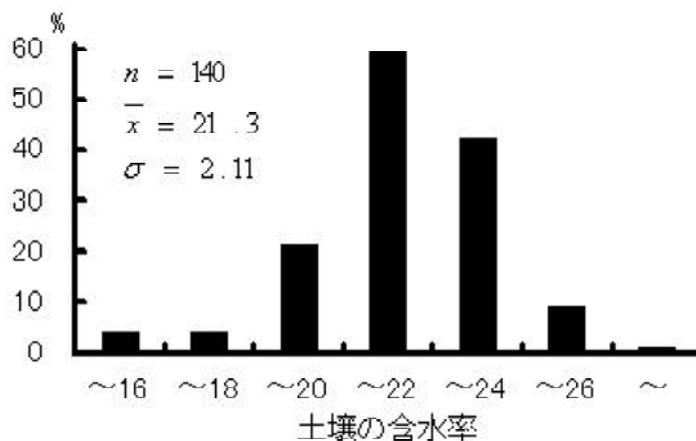


図 土壤診断時の土壤の含水率の分布
(福岡農総試 2003年10月～2004年1月, 砂壤土)

(葉面散布)

高温等により生育の進行が早く、追肥の施用時期を逸した際、収穫直前になって肥料切れによって下葉の黄化が見られた場合は0.5～1.0%尿素液を200L/10a程度の目安で葉面散布する。この際、できるだけ土壤に尿素液が落下しないよう注意する。散布は、夕方に行う。

4 収穫

(1) 収穫期延長

収穫の目安は草丈25～30cmのときとするが、収穫時期を数日遅らせて大きめで収穫すると、硝酸塩含量は低くなる。

(2) 収穫時刻

収穫は、晴天日の夕方行うと硝酸塩含量は低く抑えられる。

(3) 収穫後の調製

硝酸塩含量は下位葉ほど高く、上位葉ほど低いことから、株全体の含量を少しでも低く抑えるため、下位葉を調製する。

**土壌管理（有機物、塩基バランス制御）による
ホウレンソウ、キャベツの硝酸イオン濃度低減化
栽培マニュアル**

「硝酸プロ」301

土壌管理（有機物、塩基バランス制御）による
ホウレンソウ、キャベツの硝酸塩濃度低減化



問い合わせ先

岩手県農業研究センター
生産環境部土壌作物栄養研究室

〒024-0003 岩手県北上市成田 20-1
TEL : 0197-68-4423
FAX : 0197-71-1085

はじめに

岩手県の野菜は、安全・安心で新鮮な野菜を求める消費者ニーズに対応するため、内部品質向上栽培技術を適用した野菜生産を拡大し、消費者の信頼を得て行くことが課題となっている。岩手県の野菜生産は、夏秋期が中心となっており、葉菜類の作付け比率が高い。葉菜類の内部品質については、これまでホウレンソウについて、栽培と体内硝酸イオン濃度との関係の実態調査が行われた。その結果、窒素成分の施用量が県基準の平均 1.5 倍で無機態窒素が作付後でも 40mg/100g 以上の農家が多く、作付け後の土壌が 50mg/100g 以上の圃場では、体内硝酸イオン濃度低減化は難しいことが示唆された（1997 岩手農研 試験成績書）。また、堆肥の有無に関わらず、県内のハウス土壌では、15 年間で N・P・K・Ca 等肥料成分の蓄積が進んでおり（2002 岩手農研 研究成果）、土壌中の塩基バランスが崩れていた。

一方、牛ふん堆肥施用によってホウレンソウの体内硝酸イオン濃度が低下する傾向が認められており（2002 岩手農研 研究成果）、C/N 比の高い堆肥の施用が、体内硝酸イオン濃度低減化栽培技術に利用可能と考えられた。

そこで、有機物施用や土壌管理がホウレンソウの体内硝酸イオン濃度に与える影響と低減化技術について検討し、体内硝酸イオン濃度低減化栽培技術を確立した。また、キャベツについても同じ葉菜類であることから、ホウレンソウと同様の技術が利用可能かを検討した。

I. ホウレンソウ

1. 体内硝酸イオン濃度低減化のためのホウレンソウの栽培マニュアル

1) 最重要ポイント

作付け前に窒素肥沃度を評価し、その評価に応じた適正施肥を行うことで収量は低下せず、体内硝酸イオン濃度は慣行比平均 73%(50～120%)に低下する。

2) マニュアル

(1) 窒素肥沃度は、0.4M 硫酸抽出による土壤中硫酸可溶性窒素量で評価する。抽出方法は以下のとおりとする。

ア 2mm 目の篩を通した風乾細土 5g を 100ml 三角フラスコに秤量し、0.4M 硫酸 50ml を加える。

イ 1 時間振とう後、No.5B のろ紙でろ過し、ろ液を 100 倍希釈する。

ウ 希釈した液の吸光度(280nm)を測定し、回帰式により硫酸可溶性窒素量を算出する。

エ 本法による抽出液の吸光度(280nm)から、ハウレンソウが利用可能な硫酸可溶性窒素量を算出するための回帰式は、本県土壤一律に以下のとおりとする。

$$y=120x+5 \quad (y: \text{硫酸可溶性窒素量、} x: 280\text{nm 吸光度})$$

(2) 作付け前の土壤中硫酸可溶性窒素量を測定し、その値に応じて下表のとおり適正施肥を行う。

硫酸可溶性窒素量 (mg/100g)	40 未満	40 以上 55 未満	55 以上
窒素施肥量 (化肥・ぼかし肥)	通常施肥	半量施肥	無施肥
C/N 比 20 前後の堆肥	4t/10a	4t/10a	4t/10a
2 年目の対応	慣行どおり	慣行に戻す	無施肥 を続ける

(3) 跡地土壤の硝酸態窒素含量が 10mg/100g を超える場合には、翌年の体内硝酸イオン濃度があがる危険性が高いので、翌年の作付前硫酸可溶性窒素量を測定し、土壤にあった施肥を行う。

3) マニュアルに基づく施肥管理を行った場合のハウレンソウの体内硝酸イオン濃度

硫酸可溶性窒素量 (mg/100g)	試験区	体内硝酸イオン濃度 (ppm)				
		1 作目	2 作目	3 作目	4 作目	平均
40 未満	化学肥料	752	3880	2906	2713	2653
	化肥+堆肥 (化肥比)	473 (63)	2626 (68)	1512 (52)	2484 (92)	1774 (69)
40 以上 55 未満	化学肥料	2350	2637	3056	4050	3023
	半量+堆肥 (化肥比)	2260 (96)	3158 (120)	3248 (106)	3808 (94)	3119 (104)
55 以上	化学肥料	3710	4940	3053	5714	4354
	堆肥 (化肥比)	2285 (62)	3944 (80)	3228 (106)	3937 (69)	3349 (79)

4) マニュアルに基づく施肥管理を行った場合のハウレンソウの収量

硫酸可溶性窒素量 (mg/100g)	試験区	収量 (kg/10a)				
		1 作目	2 作目	3 作目	4 作目	平均
40 未満	化学肥料	1537	1344	808	993	1171
	化肥+堆肥 (化肥比)	2478 (161)	1512 (113)	881 (109)	1433 (144)	1576 (132)
40 以上 55 未満	化学肥料	1920	1653	1044	930	1387
	半量+堆肥 (化肥比)	1728 (92)	3158 (138)	1081 (102)	978 (100)	1736 (108)
55 以上	化学肥料	1581	1935	1352	1160	1507
	堆肥 (化肥比)	1944 (126)	2381 (124)	1630 (118)	1523 (143)	1870 (128)

※ 40 以上 55 未満の施肥管理は、収量が慣行栽培同等となる施肥量を優先に選定した。

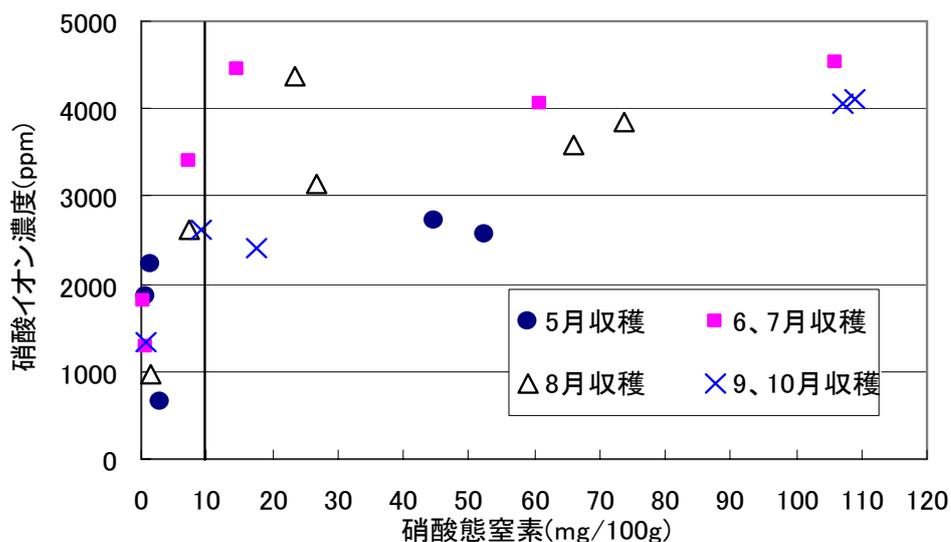
5) マニュアルの耕種概要

- ア 堆肥施用量 4t/10a
イ 堆肥施用時期 1 作目播種日の2週間前
ウ 施用する堆肥 C/N比20程度の堆肥
エ 基肥窒素施用量 1 作目：9kg/10a、2 作目：7kg/10a
(ぼかし肥も可) 3 作目：4kg/10a、4 作目：0kg/10a
オ 半量の窒素施用量 1 作目：4.5kg/10a、2 作目：3.5kg/10a
(ぼかし肥も可) 3 作目：2kg/10a、4 作目：0kg/10a

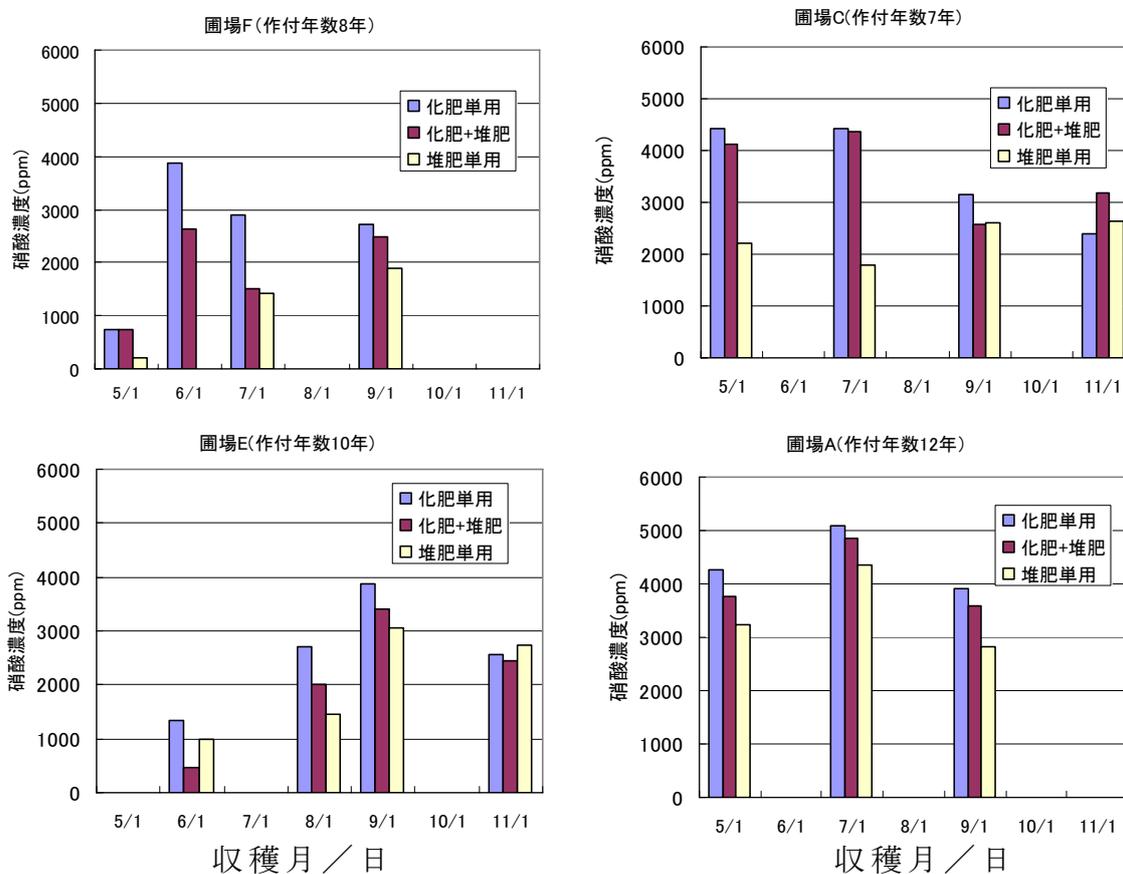
2. 試験データ

用いた品種は「アクティブ」、「サンライズ」、「イーハトーブ」であり、ここでは得られた結果をまとめた形で示している。

- 1) 作付け後に硝酸態窒素が多い状態では、どの作型においても体内硝酸イオン濃度は増加する。



2) C/N 比 20 の堆肥を 4t/10a 施用すると作付け年数にかかわらず、体内硝酸イオン濃度は低下する。

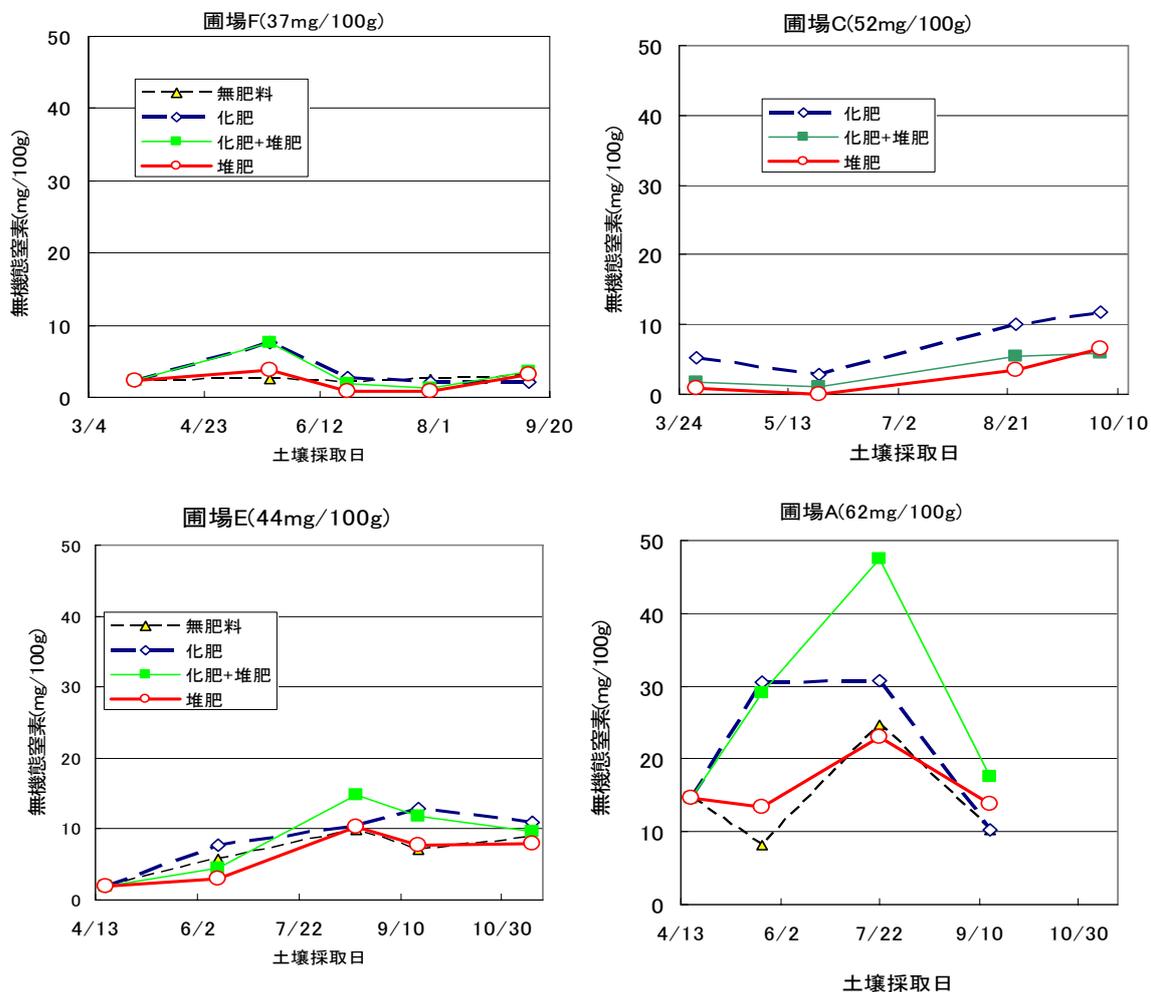


耕種概要

- ア 堆肥施用量 4t/10a
- イ 堆肥施用時期 1 作目播種日の2週間前
- ウ 施用する堆肥 C/N 比 20 程度の堆肥
- エ 基肥窒素施用量 1 作目：9kg/10a のみ
(リン酸、カリは無施用)

※ この施用量は、「1 作目の施肥だけで収量を維持することができる」(H14 岩手農研セ研究成果)に基づいて実施したものである。

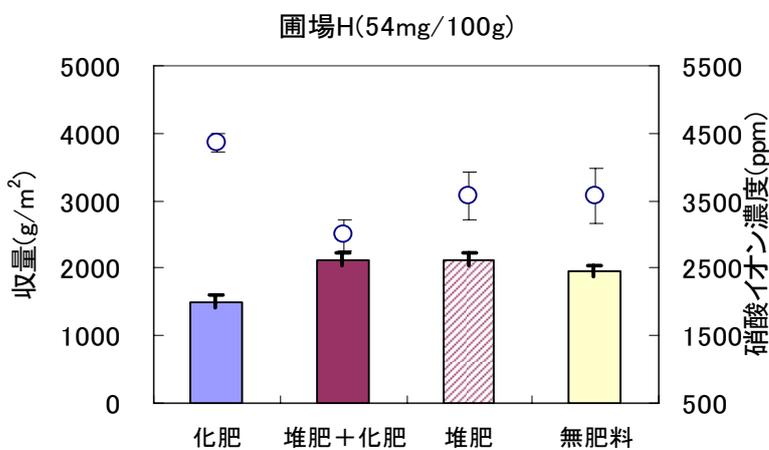
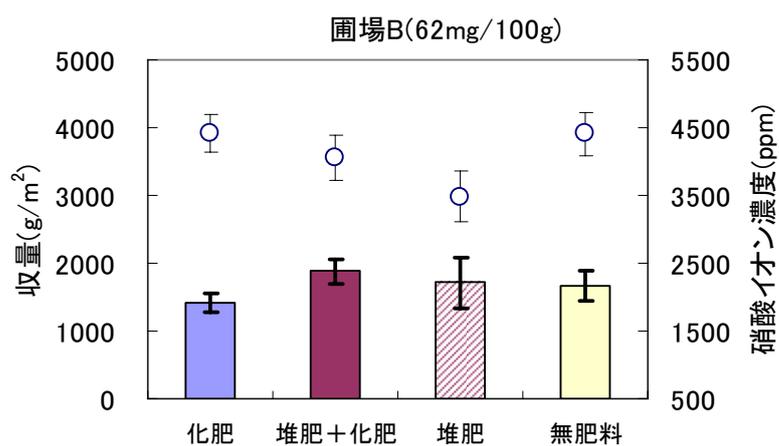
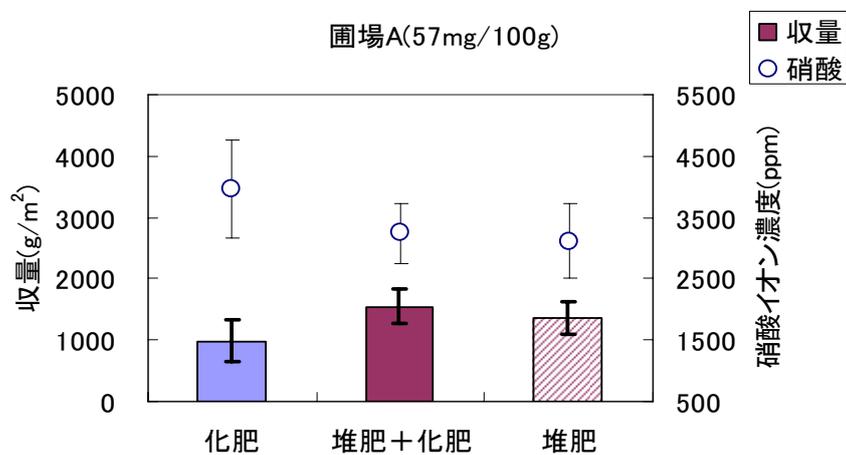
3) C/N比 20 の堆肥を 4t/10a 単用すると作付け年数にかかわらず、
 土壌中の無機態窒素は、増加しにくい。



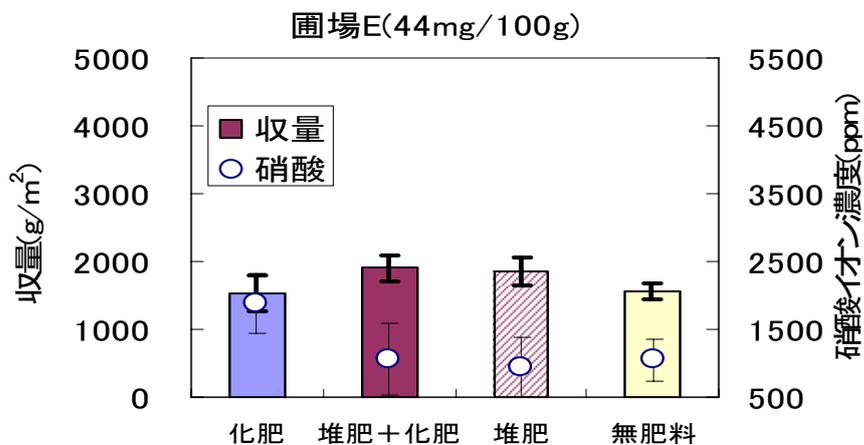
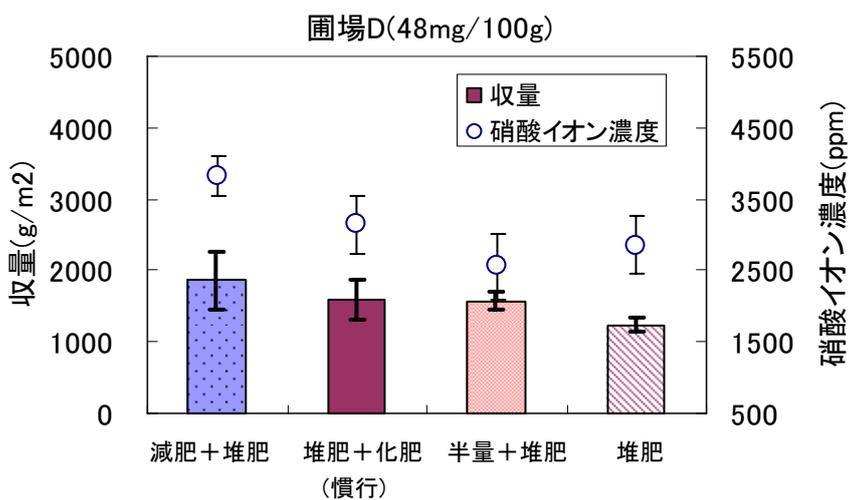
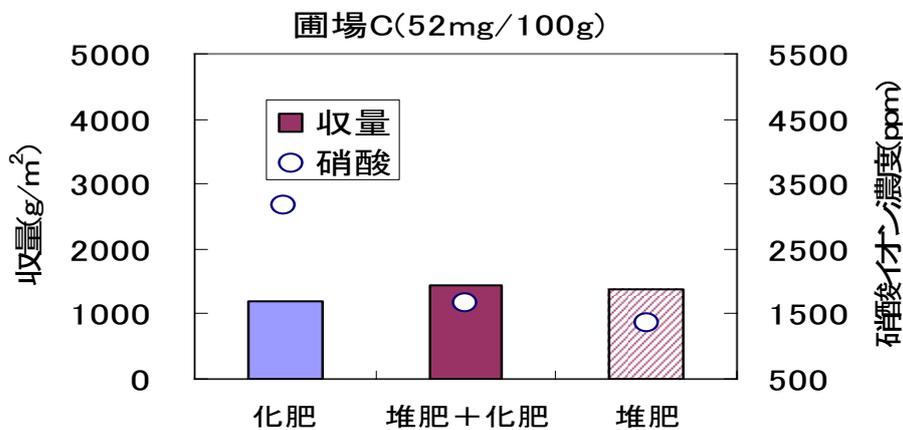
耕種概要

- ア 堆肥 施用量 4t/10a
- イ 堆肥施用時期 1 作目播種日の 2 週間前
- ウ 施用する堆肥 C/N 比 20 程度の堆肥
- エ 基肥窒素施用量 1 作目：9kg/10a のみ
(リン酸、カリは無施用)
- オ 土壌採取方法 作付前：ハウスビニル被覆前の土壌の
作土層 (0-20cm)
作付後：毎作、作土層 (0-20cm)

4) 硫酸可溶性窒素が 55mg/100g 以上の圃場では、無肥料でも収量、体内硝酸イオン濃度は変わらない。堆肥を施用すると収量は変わらず、体内硝酸イオン濃度が低下する。

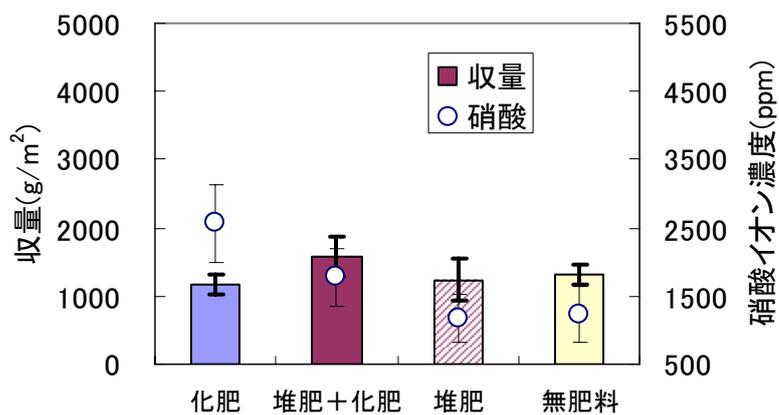


5) 硫酸可溶性窒素が 40mg/100g 以上 55mg/100g 未満の圃場では、窒素施肥量を毎作 50%減肥で収量が維持できる。堆肥を施用すると収量は変わらず、体内硝酸イオン濃度が低下する。

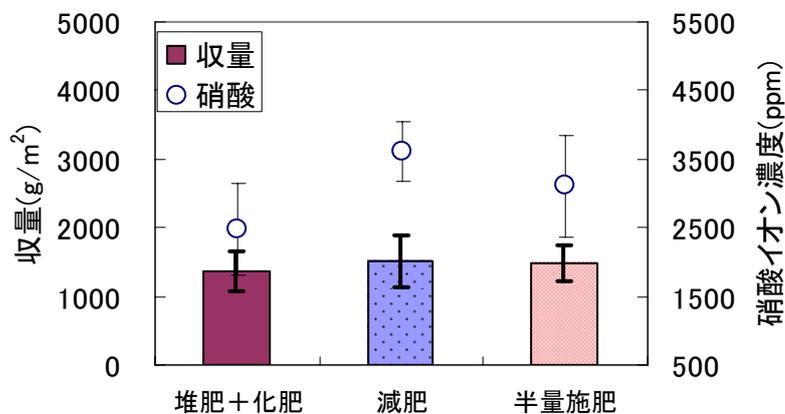


6) 硫酸可溶性窒素が 40mg/100g 未満の圃場では、窒素施肥量を施肥基準どおり施用することで収量が維持できる。堆肥を施用すると収量は変わらず、体内硝酸イオン濃度が低下する。

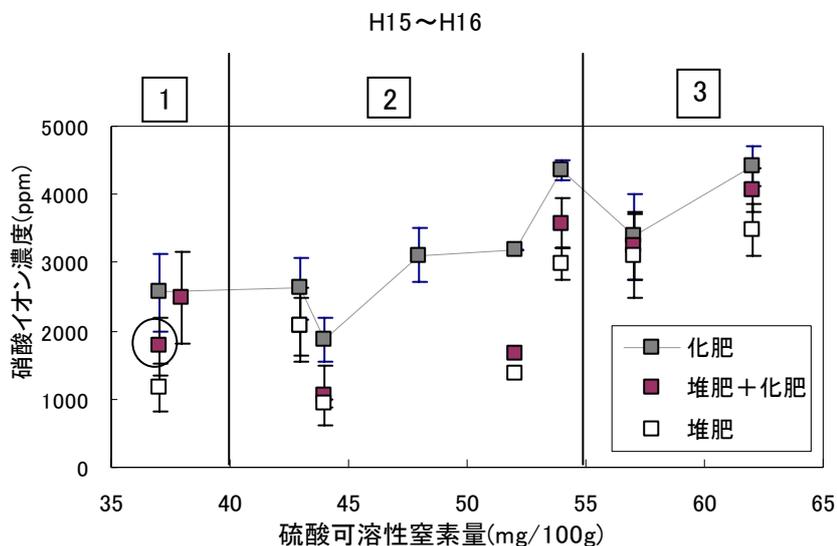
圃場F(37mg/100g)



圃場G(38mg/100g)

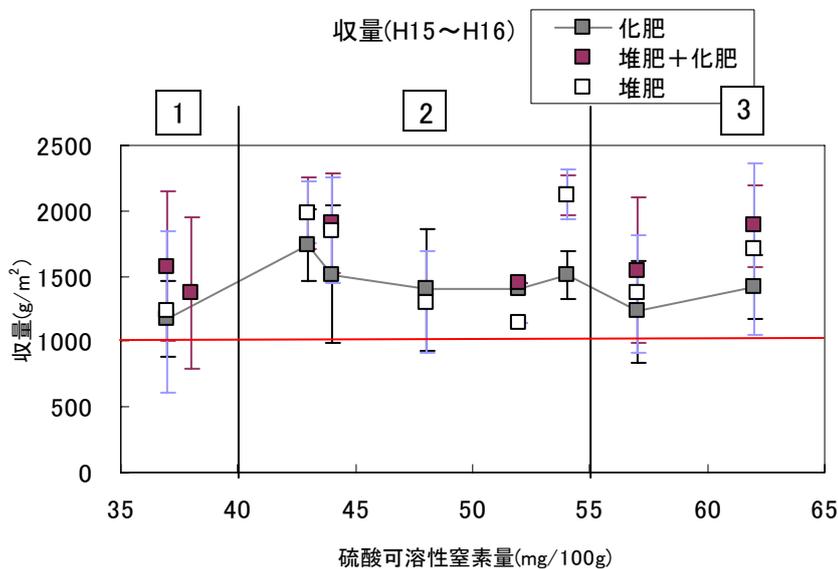


7) 化学肥料区の推移を見ると、硫酸可溶性窒素量の増加に伴い硝酸イオン濃度が増加していく。



※ 1 : 通常施肥領域、 2 : 半量施肥領域、 3 : 無施肥領域

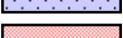
8) 化学肥料区の推移を見ると、硫酸可溶性窒素量が増加しても収量は上がらない。



※ 1 : 通常施肥領域、 2 : 半量施肥領域、 3 : 無施肥領域

7)、8) より肥沃度の高い圃場では、増収をねらって施肥を行っても収量は変わらず、体内硝酸イオン濃度を高めることになる。

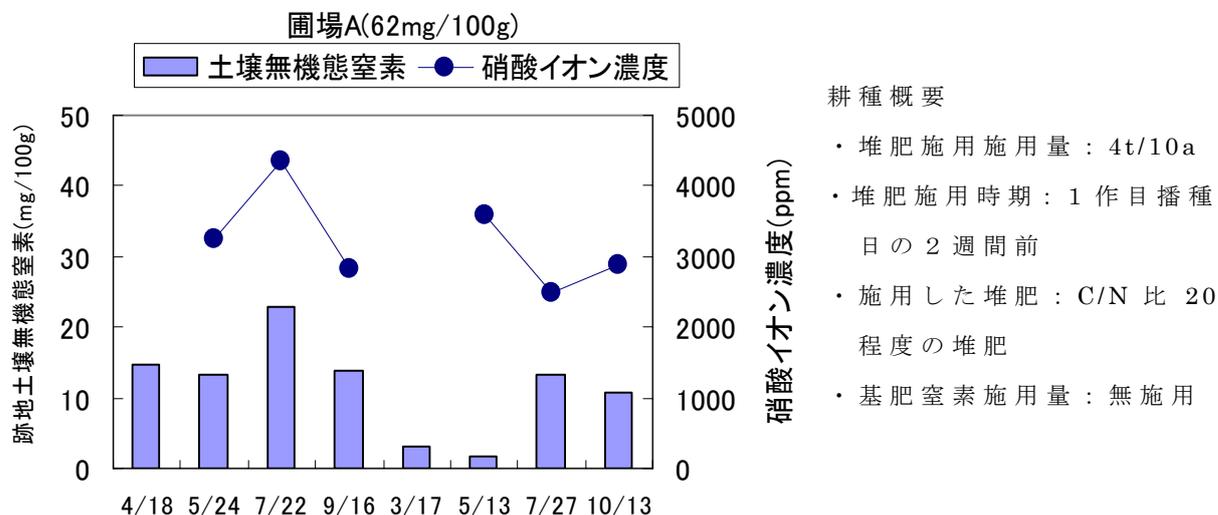
9) 耕種概要

凡例	試験区	1作目		2作目	3作目	4作目
		堆肥 (t/10a)	化肥由来窒素 (kg/10a)	化肥由来窒素 (kg/10a)	化肥由来窒素 (kg/10a)	化肥由来窒素 (kg/10a)
	無肥料	-	-	-	-	-
	化学肥料	-	9	7	4	-
	堆肥+化肥	4	9	-	-	-
	堆肥	4	-	-	-	-
	減肥	4	9	-	-	1
	半量施肥	4	4.5	3.5	2	-

※1 本試験は、化学肥料区を対照とした。

※2 堆肥は、C/N 比 20 の堆肥を供試した。

10) マニュアルに基づく施肥管理を2年間(6~8作)栽培を行った場合の体内硝酸イオン濃度と土壌中無機態窒素の推移



耕種概要

- ・堆肥施用施用量：4t/10a
- ・堆肥施用時期：1作目播種日の2週間前
- ・施用した堆肥：C/N比20程度の堆肥
- ・基肥窒素施用量：無施用

耕種概要

- ・堆肥施用施用量：4t/10a
- ・堆肥施用時期：1作目播種日の2週間前
- ・施用する堆肥：C/N比20程度の堆肥
- ・基肥窒素施用量 1作目：9kg/10aのみ

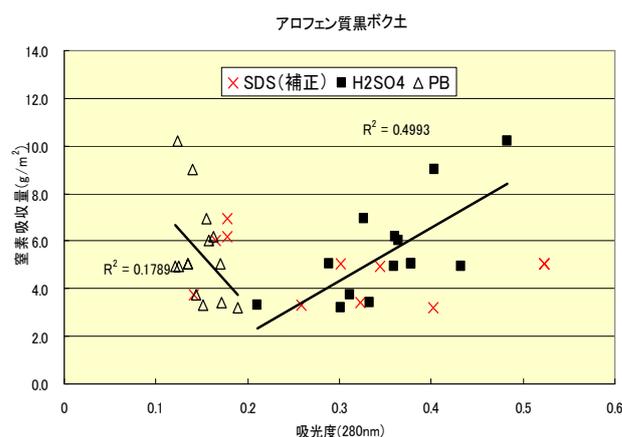
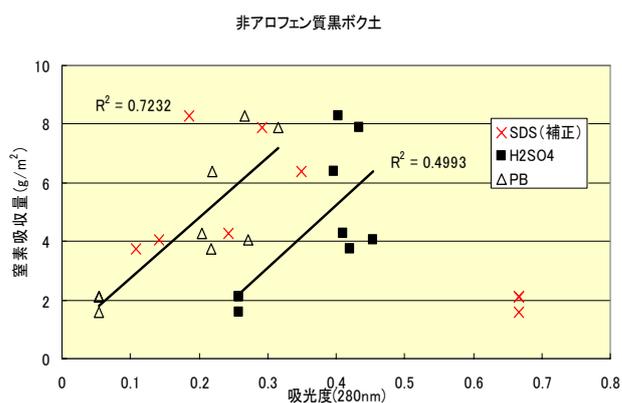
圃場 A、E とも適正施肥を行うことで無機態窒素の著しい増加が抑制される。また、夏どりの体内硝酸イオン濃度の増加も抑制される。

3. 参考資料

1) 農家で栽培されているホウレンソウの体内硝酸イオン濃度の実態調査(点、ppm)

	H8 (8月)	H9 (10月)	H14 (5月～11月)	H15 (5月～11月)	4年分
点数	40	21	110	98	269
平均値	2660	3012	3514	2625	3024
最大値	4320	4070	6004	5360	6004
最小値	900	1744	269	1285	269

2) 土壌の窒素肥沃度を評価するため、本県土壌のタンパク様窒素とホウレンソウの窒素吸収量との間に相関が認められる 0.4M 硫酸抽出を採用した。



3) ホウレンソウに施用する C/N 比 10～20 程度の堆肥は、4t/10a である。(2000年 岩手県持続性の高い農業生産方式の導入に関する指針)

II キャベツ

1. 体内硝酸イオン濃度低減化のためのキャベツの栽培マニュアル

1) 最重要ポイント

品種の選定や、土壌の塩基バランスの矯正、化学肥料の 1/2 以上を有機物に代えて施用することで、体内硝酸イオン濃度は、慣行栽培の平均 74% (33~91%) に低下させることができる。

2) マニュアル

1. 春まき作型および夏まき作型は、「夏さやか」が他品種に比べ、体内硝酸イオン濃度が低い。

2. 塩基バランスの矯正を行うことで体内硝酸イオン濃度は低下する。塩基バランス矯正は、以下の値を目標とする。

項目	pH(H ₂ O)	塩基飽和度(%)			石灰	苦土
		石灰	苦土	カリ	苦土比	カリ比
目標値	6.0	60	15	5	4.0	2.0

この目標値は、岩手県土壌・施肥管理指針に基づいており、各普及センターに配備されている土壌診断システム「診作くん2000」により、塩基バランス矯正のための施用する資材、施用量を知ることができる。

3. 化学肥料の窒素成分で 1/2 以上を C/N 比 10 程度の堆肥で代替施用することで、体内硝酸イオン濃度は低下する。
堆肥施用量は、下記例に従って算出する。

$$\begin{aligned} \text{現物施用量(kg/10a)} &= (100 \div \text{乾物窒素濃度})_{(\text{kg})} \\ &\quad \times \text{慣行窒素施肥量}_{(\text{kg}/10\text{a})} \\ &\quad \times (100 \div (100 - \text{堆肥の水分}))_{(\%) } \\ &\quad \times (100 \div \text{堆肥で代替する窒素施肥割合})_{(\%)} \end{aligned}$$

3) マニュアルによって得られるキャベツの体内硝酸イオン濃度

	点数	慣行 (ppm)	塩基バランス 矯正 (ppm)	堆肥施用					
				CN10			CN12		CN15
				50%代替 (ppm)	70%代替 (ppm)	100%代替 (ppm)	50%代替 (ppm)	100%代替 (ppm)	50%代替 (ppm)
春まき夏どり (慣行比)	4	1389	537 (68)	927 (118)	637 (91)	770 (72)	-	-	981 (125)
夏まき秋どり (慣行比)	4	1229	1014 (85)	1006 (81)	-	1121 (87)	952 (74)	428 (33)	1442 (118)

※1 品種は、YR 青春 2 号、夏さやか、W8218

4) マニュアルによって得られるキャベツの調整重

	調査 地点 数	慣行	塩基バランス 矯正	堆肥施用					
				CN10			CN12		CN15
				50%代替	70%代替	100%代替	50%代替	100%代替	50%代替
春まき夏どり	4	1389(L)	1126(L)	1675(2L)	1364(L)	1078(L)			855(M)
夏まき秋どり	4	973(M)	939(M)	1073(L)		980(M)	928(M)	880(M)	863(M)

※1 品種は、YR 青春 2 号、夏さやか、W8218

※2 () は、出荷規格のサイズを示した

5) マニュアルの耕種概要

(1) 塩基バランス矯正

- ア 堆肥施用量 土づくりとして 2t/10a
- イ 堆肥施用時期 1 作目定植前の 2 週間前
- ウ 施用する堆肥 C/N 比 20 前後の堆肥
- エ 基肥施用量 窒素:12kg/10a リン酸:20kg/10a カリ:12kg/10a
- オ 追肥施用量 窒素:6kg/10a カリ:6kg/10a
- カ 土壌改良資材 土壌診断に応じて施用

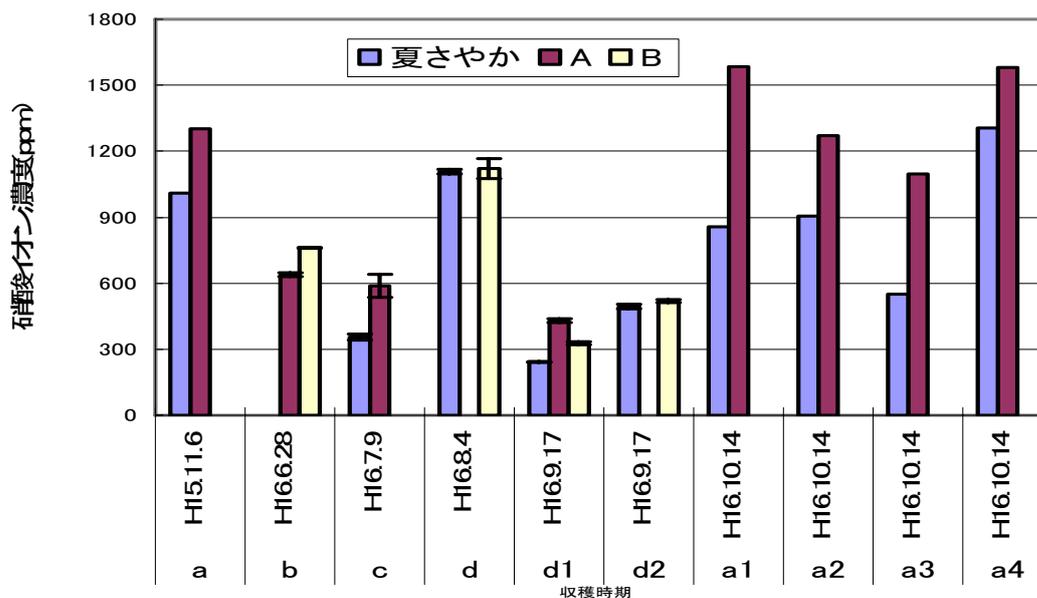
(2) 堆肥による化学肥料の 50%代替施用

- ア 堆肥施用量 土づくりとして 2t/10a
- イ 堆肥施用時期 1 作目定植前の 2 週間前
- ウ 施用する堆肥 C/N 比 20 前後の堆肥
- エ 基肥施用量 窒素:9kg/10a
リン酸、カリは堆肥の成分に応じて施用。
- オ 追肥施用量 窒素:3kg/10a カリは堆肥の成分に応じて施用

2. 試験データ

用いた品種は「YR青春」および「夏さやか」である。

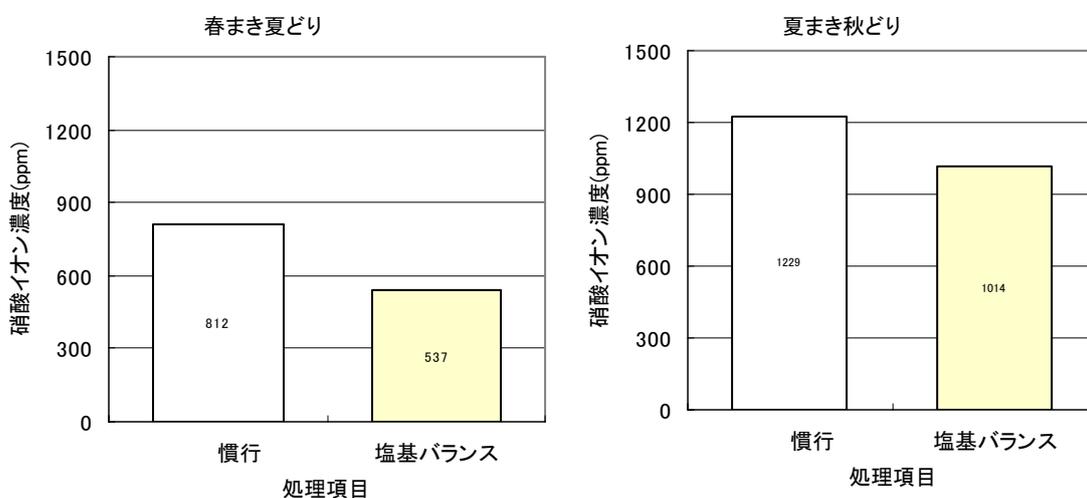
- 1) 春まき作型および夏まき作型では、「夏さやか」が他品種に比べ、体内硝酸イオン濃度が低い。



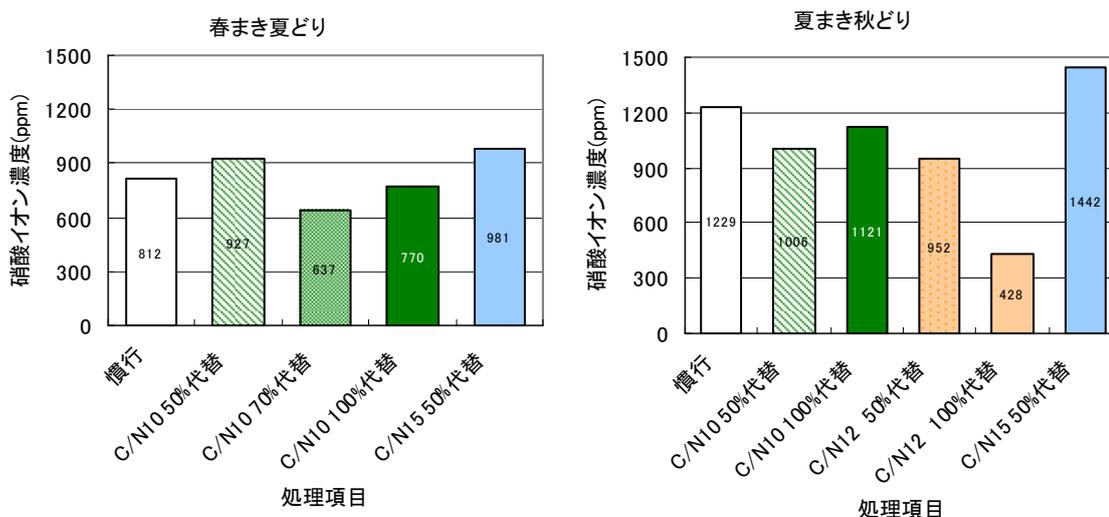
2) 塩基バランスの矯正を行うことで体内硝酸イオン濃度は低下する。塩基バランス矯正は、以下の値を目標とする。

項目	pH(H ₂ O)	塩基飽和度(%)			石灰 苦土比	苦土 カリ比
		石灰	苦土	カリ		
目標値	6.0	60	15	5	4.0	2.0

この目標値は、岩手県土壌・施肥管理指針に基づいており、各普及センターに配備されている土壌診断システム「診作くん2000」により、塩基バランス矯正のための施用する資材、施用量を知ることができる。



3) 化学肥料の窒素成分で 1/2 以上を C/N 比 10 程度の堆肥で代替施用することで、体内硝酸イオン濃度は低下する。



4) 堆肥施用量は、下記例に従って算出する。

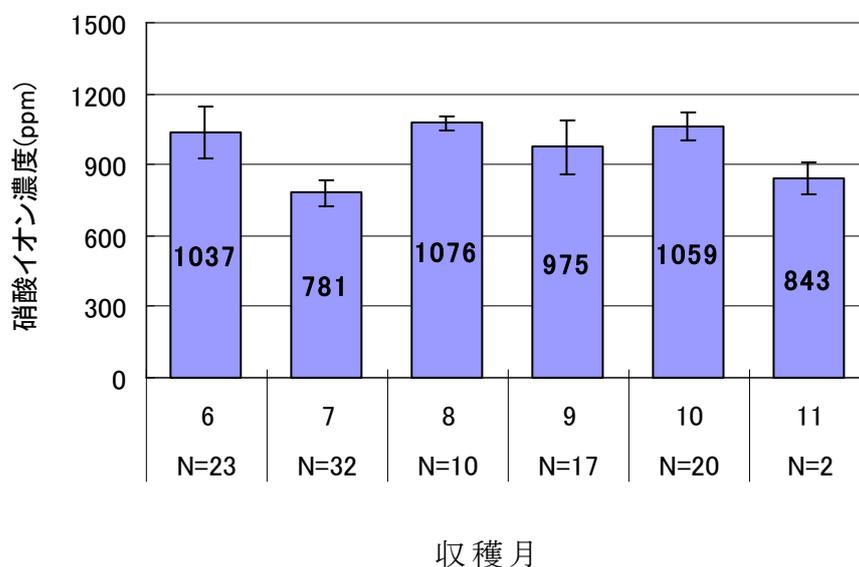
$$\begin{aligned} \text{現物施用量(kg/10a)} &= (100 \div \text{乾物窒素濃度})_{(\text{kg})} \\ &\quad \times \text{慣行窒素施肥量}_{(\text{kg/10a})} \\ &\quad \times (100 \div (100 - \text{堆肥の水分}))_{(\%) } \\ &\quad \times (100 \div \text{堆肥で代替する窒素施肥割合})_{(\%)} \end{aligned}$$

参考資料

1) 農家で栽培されているキャベツの体内硝酸イオン濃度の実態
(点、ppm)

	H14 (6月～11月)	H15 (7月～10月)	H16 (7月～10月)	H14～H16
点数	43	25	36	104
平均値	956	1194	780	952
最大値	1420	2134	1601	2134
最小値	350	490	223	223

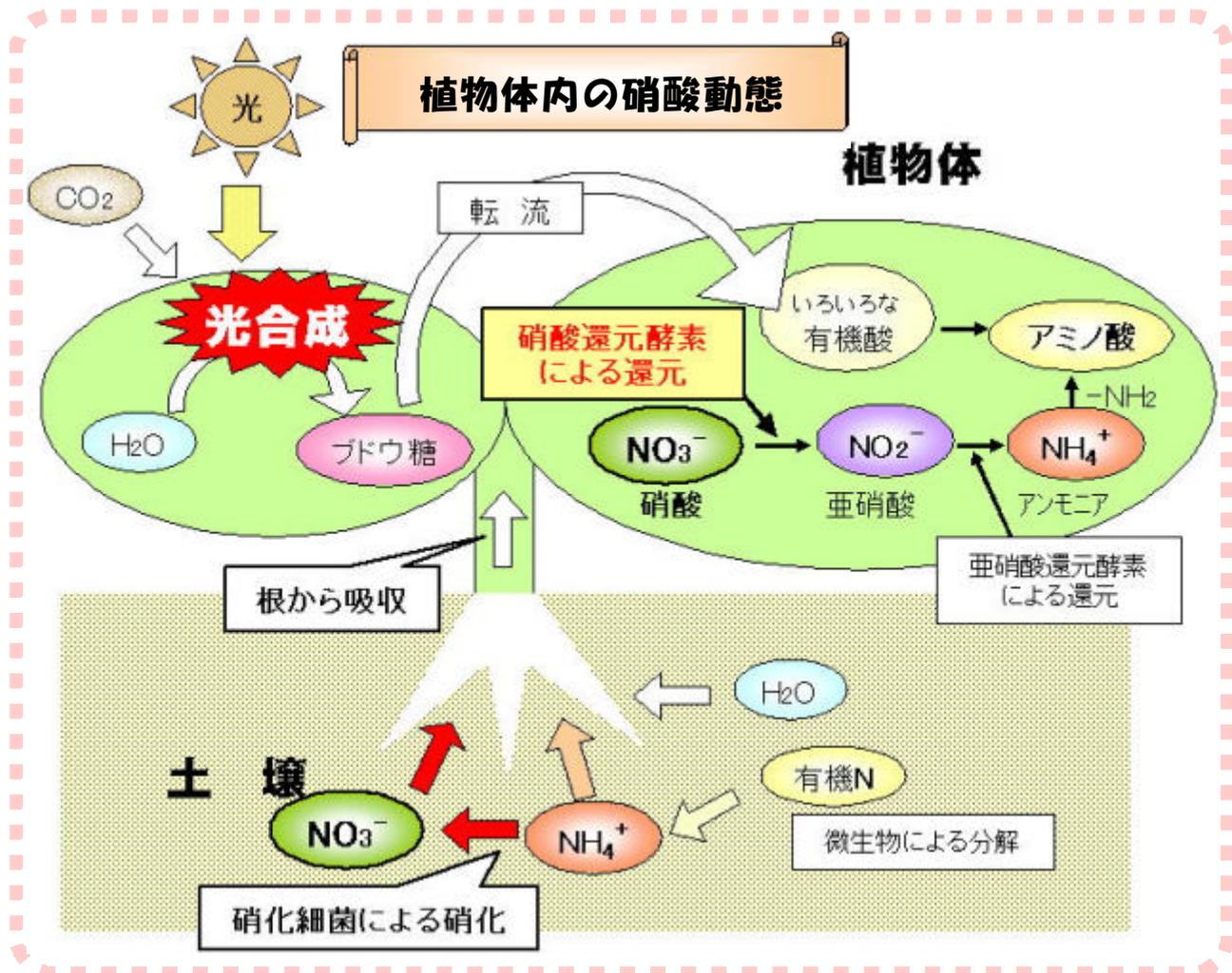
2) 体内硝酸イオン濃度は、6月と8～10月収穫のものが高い。



窒素の吸収・代謝特性に基づいた施肥管理等による キャベツ・ハクサイの硝酸低減化栽培マニュアル

「硝酸プロ」307

窒素代謝・光合成能の高活性化等を活用したキャベツ・ハクサイ等の硝酸塩濃度低減化



問い合わせ先

愛知県農業総合試験場
園芸研究部野菜グループ

〒480-1193 愛知県愛知郡長久手町大字岩作字三ヶ峯1-1

TEL:0561-62-0085

E-mail:nososi@pref.aichi.lg.jp

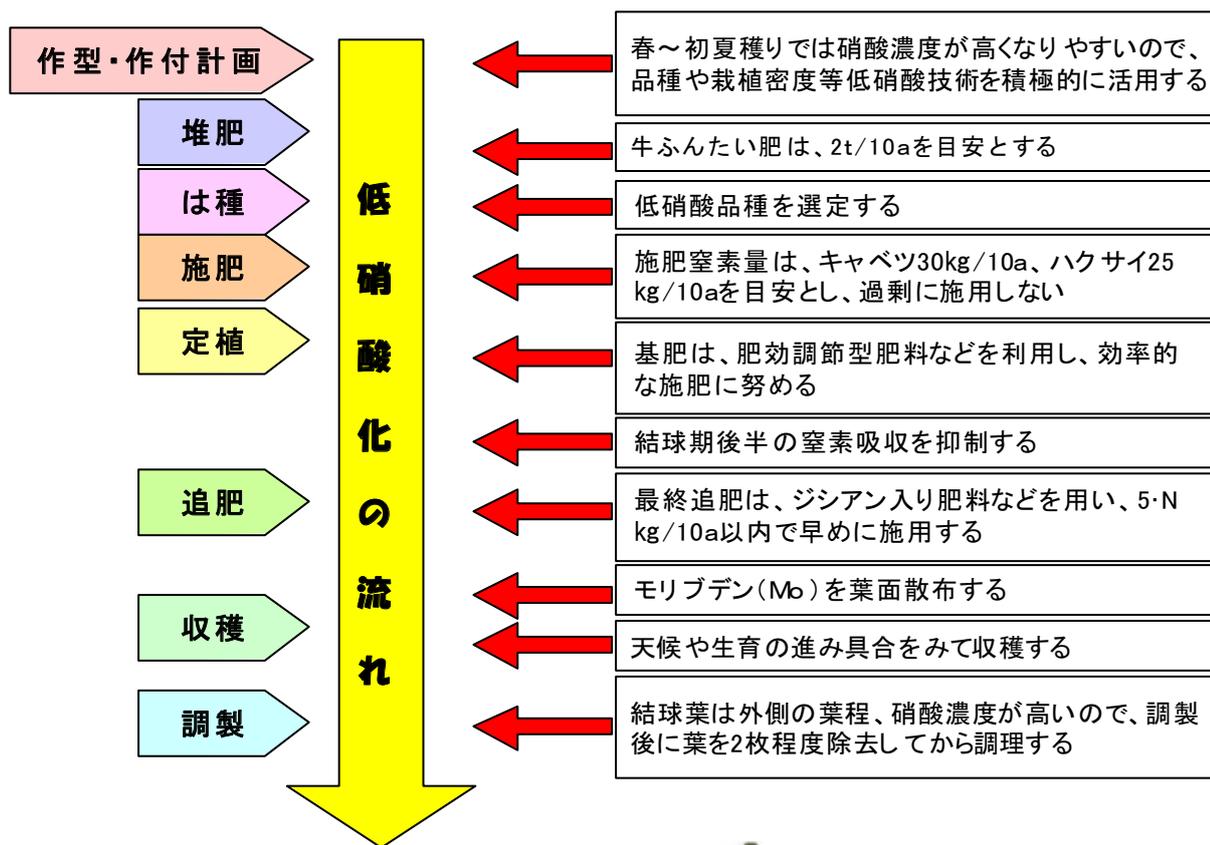
はじめに・・・

硝酸は、植物体内で硝酸還元酵素により亜硝酸へと変化し、その後アンモニアとなる。そのアンモニアは、光合生産物とともにアミノ酸へと合成され、植物が体を作る材料となる。光合成が活発に行われると、硝酸の分解（還元）が進み、アミノ酸が増加する。そのため、硝酸低減のためには硝酸の吸収量を減らしたり、硝酸の分解（還元）を促進することがポイントであると考えられる。

●重要ポイント

キャベツ・ハクサイなどの結球葉菜類では、①低硝酸品種の導入、②窒素施用量の削減、③結球期後半の窒素吸収抑制、④光合成の促進による硝酸の還元促進、⑤収穫時期や収穫後の調製などにより、硝酸の低減が可能である。

低硝酸化の栽培体系



低硝酸キャベツ・
ハクサイの生産&消費!!



このフロー図は、マニュアルの内容を簡略化した。低硝酸技術は、内容をよく理解した上で活用すること。

1. 品 種

●硝酸の蓄積しにくい品種を栽培する

ポイント：品種により硝酸イオン濃度に大きな差があり、品種とその作型により肥料の吸収特性が異なるため、各産地に適応した硝酸の低い品種を選定する。

(キャベツ) 春・初夏獲りでは、春系より寒玉(冬)系が低い傾向である。
ちりめんキャベツ等は中間の傾向である。
年内獲りでは、寒玉(冬)系より春系が低い傾向である。

(ハクサイ) 年内獲りでは白芯系が低い傾向である。
黄芯系でも品種により差がある。

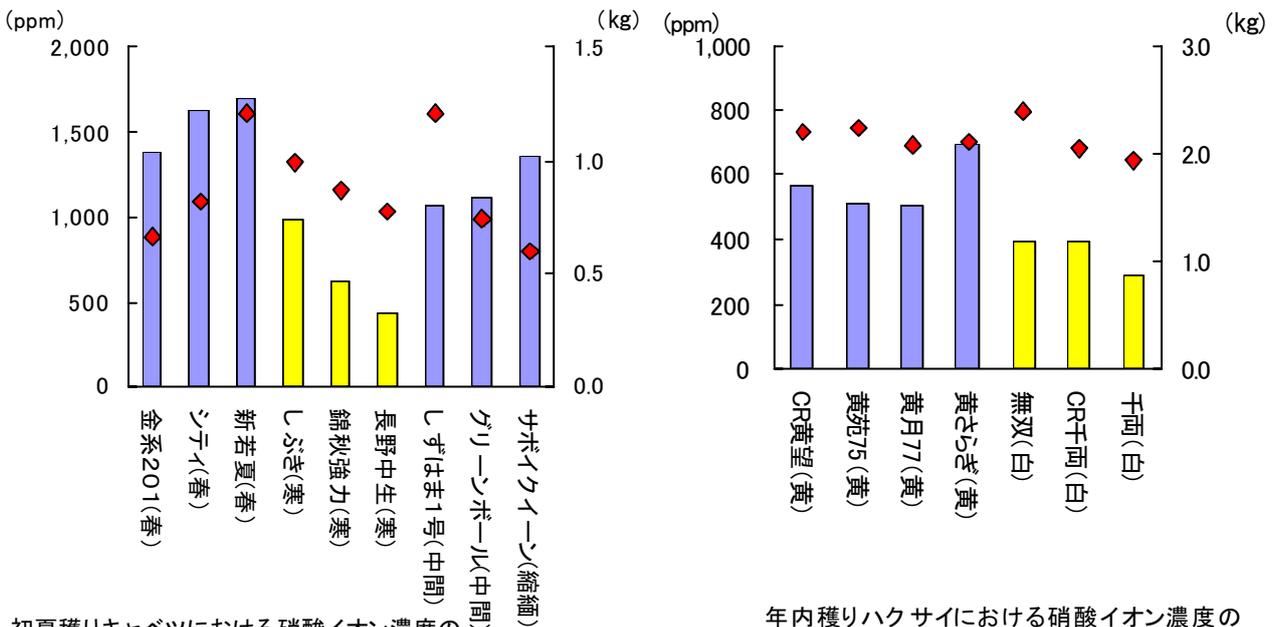
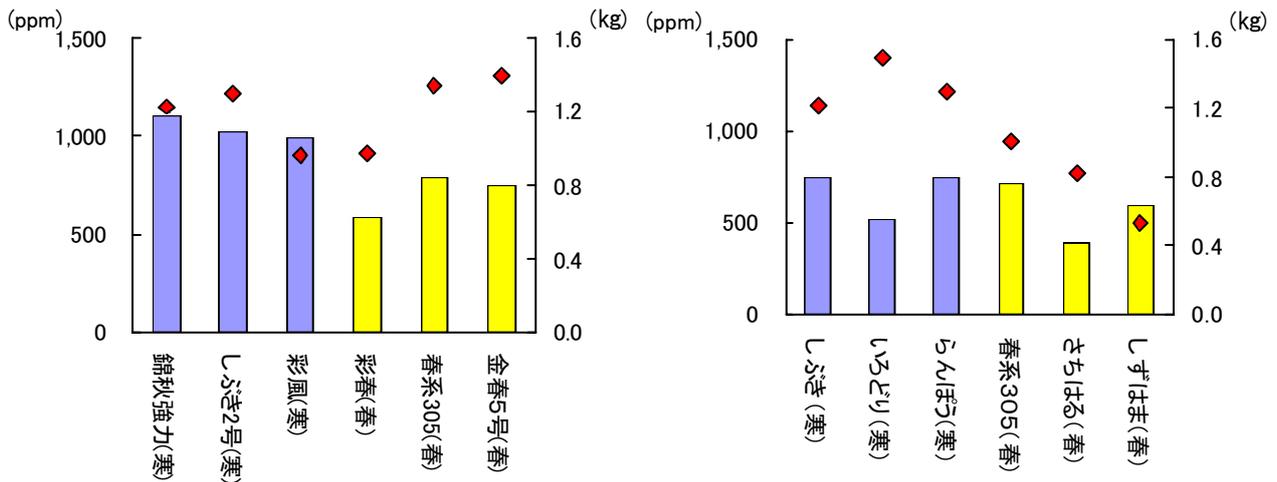
硝酸濃度の低い品種

(キャベツ) 初夏獲りでは「長野中生SE」など
年内獲りでは春系品種、寒玉系では「いろどり」など

(ハクサイ) 年内獲りでは白芯系品種の「千両」など

■ 結球硝酸イオン濃度 ◆ 結球重

年内獲りキャベツにおける硝酸イオン濃度の品種間差異



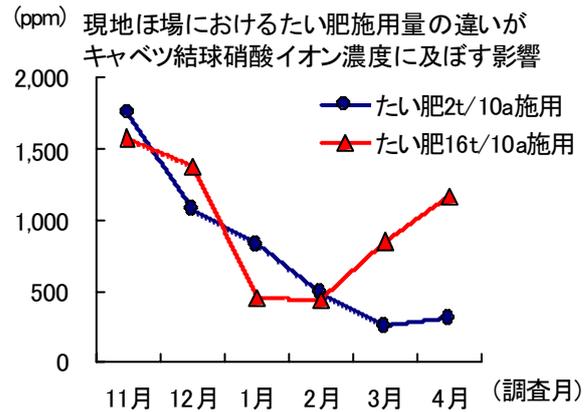
初夏獲りキャベツにおける硝酸イオン濃度の品種間差異

年内獲りハクサイにおける硝酸イオン濃度の品種間差異

2.ほ場条件

●たい肥など有機物を施用する場合は、窒素量を勘案して施肥量を削減する

たい肥の過剰施用は、硝酸が高くなるので、2～3t/10aを上限とする。施用後に短期間(1か月程度)で定植する場合は、施肥窒素量を削減する。



3.施肥

●硝酸を減らすために窒素施肥量を削減する

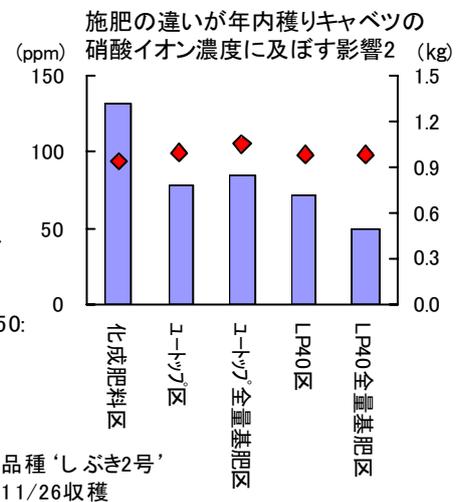
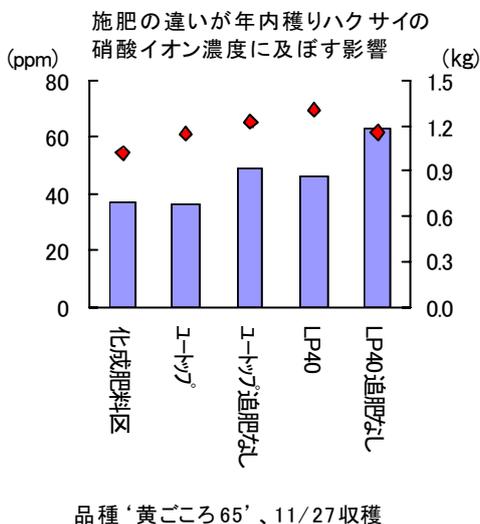
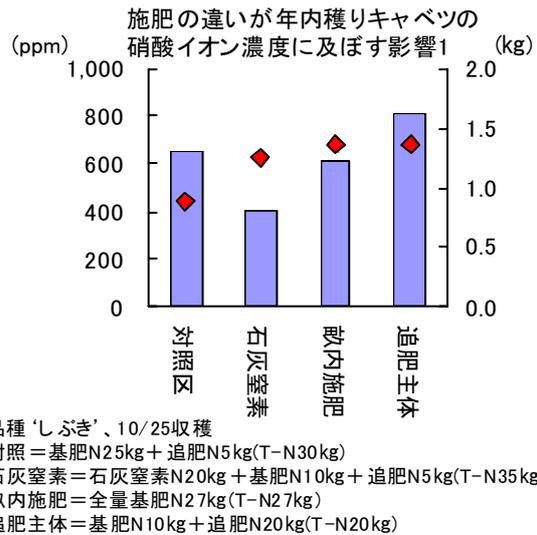
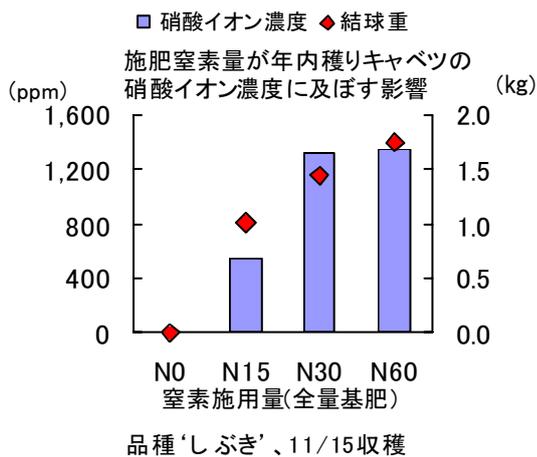
施肥窒素量の上限は30kg/10aとする。

基肥は、石灰窒素や肥効調節型肥料を利用し、基肥窒素施肥量はキャベツ20kg/10a、ハクサイ15kg/10a程度を目安とする。

基肥の畝内施肥により、施肥窒素量の削減や結球葉中の硝酸低減を図る(うね内施肥では、土壌により地温の低い年明け穫りでの生育遅延に留意する)。

※石灰窒素の主成分カルシウムシアナミドは、ジシアンジアミド(硝酸化成を抑制する)を生成する。

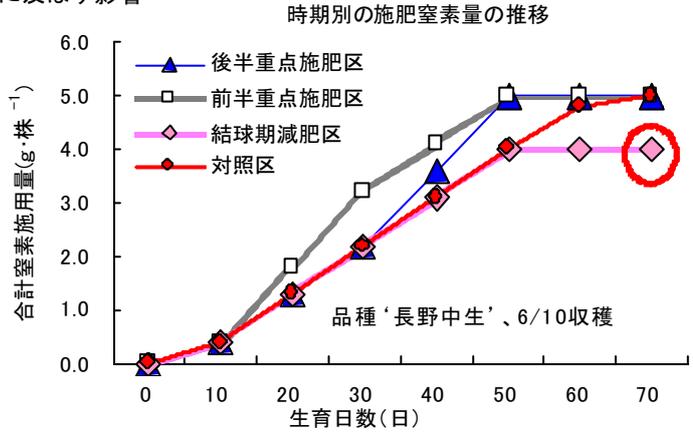
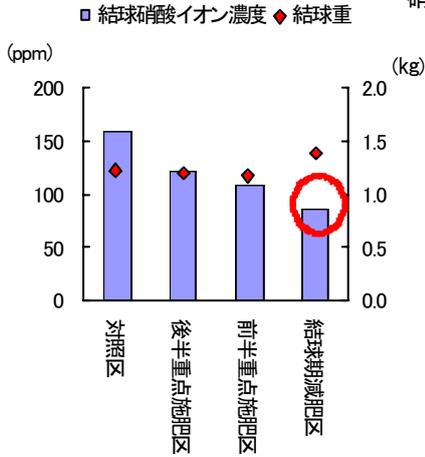
ポイント: 基肥は肥効調節型肥料などを利用し、効率的な施肥につとめる。



●施肥は、結球期後半までに肥効が低下するように調節する

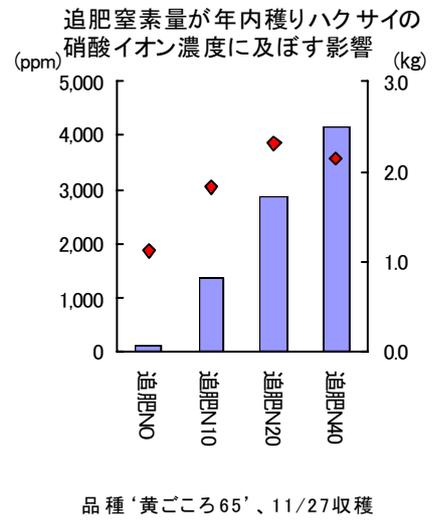
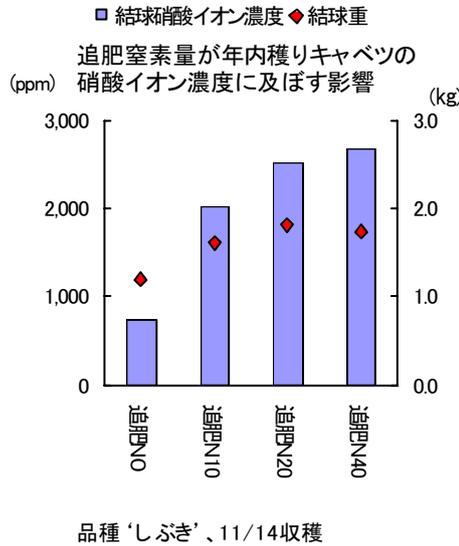
最終施肥時期が早い程、硝酸は低くなる。その減少率は、後半の施肥量が少ない程大きくなる。

生育時期別の窒素施用量が初夏穫りキャベツの硝酸イオン濃度に及ぼす影響



●追肥窒素量は、10 kg/10aまでとする

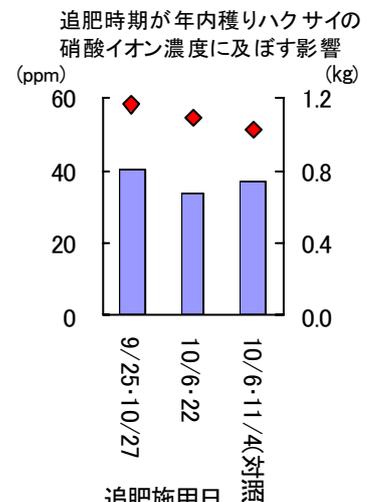
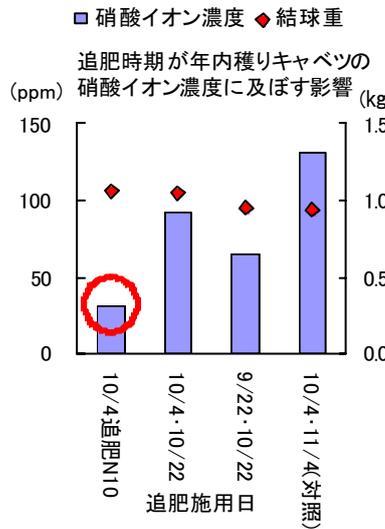
追肥窒素量は、10 kg/10aを上限とし、5 kg/10aを2回施用する。多回数行うより、前半に集中して施用する。



※追肥は2回に分肥、N40は10、15、15kg・10a⁻¹の3回に分肥

●最終の追肥は、早めに施用する

最終の追肥は、収穫30日前を目安とし、窒素施用量5kg/10a以内を基本とする。
ポイント: キャベツの追肥は、前半にまとめて施用すると良い。
ハクサイは、収穫前まで窒素を吸収する傾向があるため、地温の高い10月中に追肥を終了する。



品種‘しぶき2号’、11/26収穫

品種‘黄ごころ65’、12/10収穫

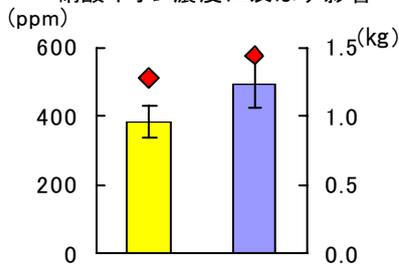
基肥は、各区N=20kg・10a⁻¹、追肥はN=5kg・10a⁻¹を2回施用、合計N=30kg・10a⁻¹

●モリブデンの葉面散布により硝酸を低減する

モリブデンの葉面散布により、硝酸還元酵素活性が高まり、体内硝酸が減少する。

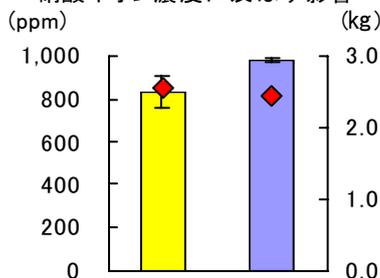
ポイント：収穫9日前までにモリブデン(Mo) 50ppmを展着剤混用の上、葉裏にも充分かかるように葉面散布する。

□ 結球硝酸イオン濃度 ◆ 結球重
微量元素の葉面散布がキャベツの硝酸イオン濃度に及ぼす影響



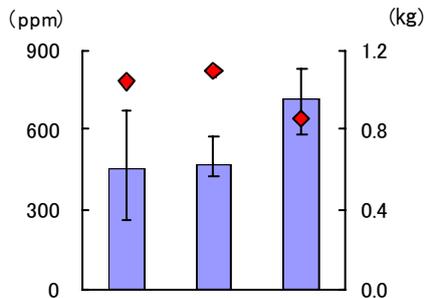
葉面散布日9/17、10/2、9、17
品種‘しぶき’、収穫10/28

微量元素の葉面散布がハクサイの硝酸イオン濃度に及ぼす影響



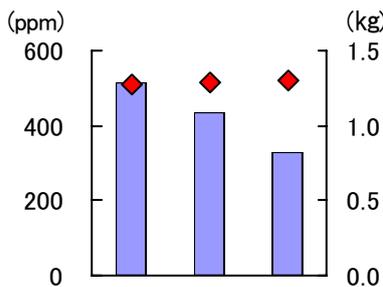
葉面散布日12/12、19、1/7
品種‘黄さらぎ’、収穫1/14

モリブデンの散布濃度がキャベツの硝酸イオン濃度に及ぼす影響



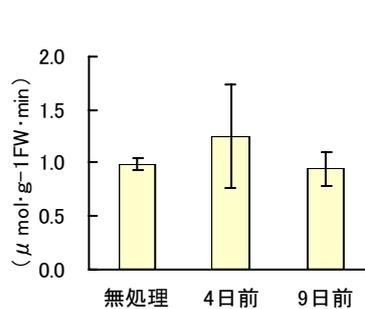
品種‘長野中生’、6/7収穫

Mo50ppmの散布時期がキャベツの硝酸イオン濃度に及ぼす影響



品種‘しぶき’、10/26収穫

Mo50ppmの散布時期がキャベツの硝酸還元酵素活性に及ぼす影響



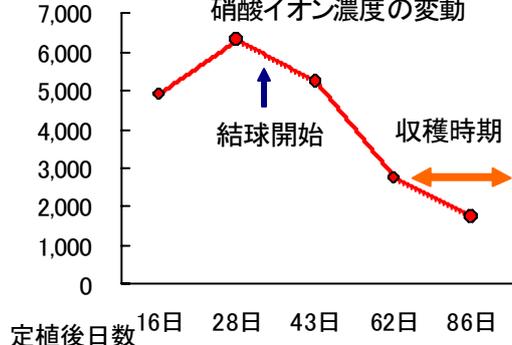
5. 収穫・調製

●収穫のタイミングを調節して硝酸を低減する

日照不足(遮光条件)では、硝酸の蓄積が進むので、晴天が続き硝酸の還元が進んだ後で収穫する。

ポイント：結球期以降に硝酸濃度が低下していくので、初夏獲りや年内獲りでは、収穫をやや遅らせる。

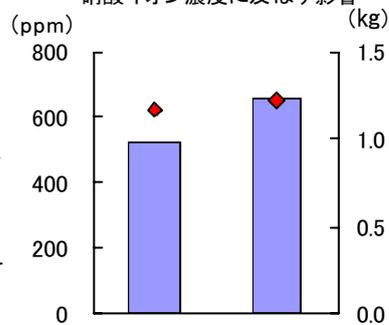
年内獲りキャベツの時期別硝酸イオン濃度の変動



品種‘YRしぶき’、8/21定植、11/15収穫、全量基肥

※ハクサイは定植60日以降は、ほぼ横ばい
冬季のキャベツも横ばい傾向

□ 結球硝酸イオン濃度 ◆ 結球重
遮光が年内獲りキャベツの硝酸イオン濃度に及ぼす影響



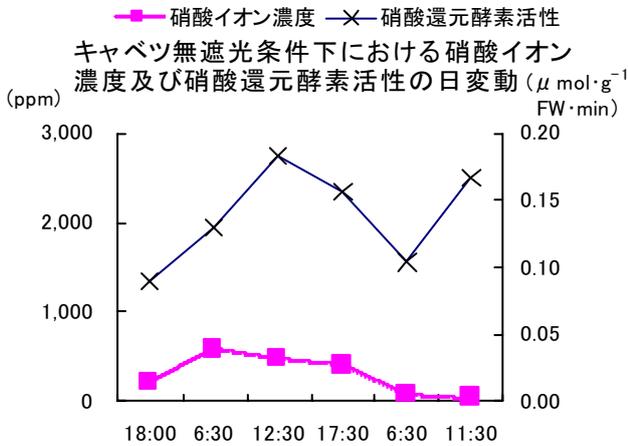
品種‘晩抽冬春’
1/21収穫

●硝酸還元酵素活性と硝酸濃度は変動する

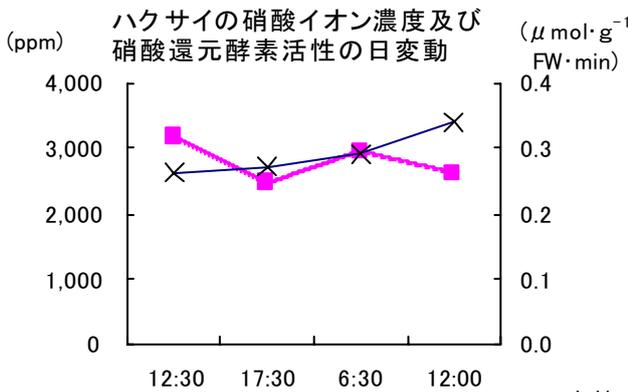
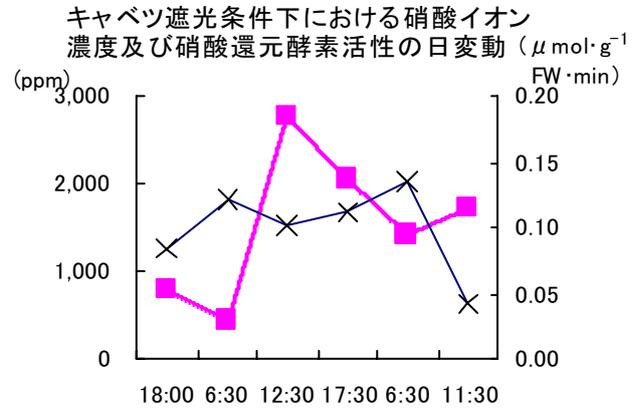
硝酸濃度は朝が高く、硝酸還元酵素活性は日中に高くなる傾向がある。

日照不足（遮光条件）では、硝酸の蓄積が進む。

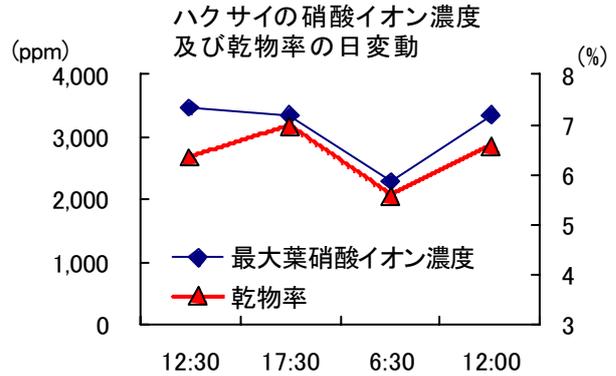
特にハクサイなど水分に硝酸が影響される傾向がある。そのため植物体内の水分が減少し乾物率が高くなると、硝酸が高くなる。



品種‘しぶき’9/1定植、10/18~20調査

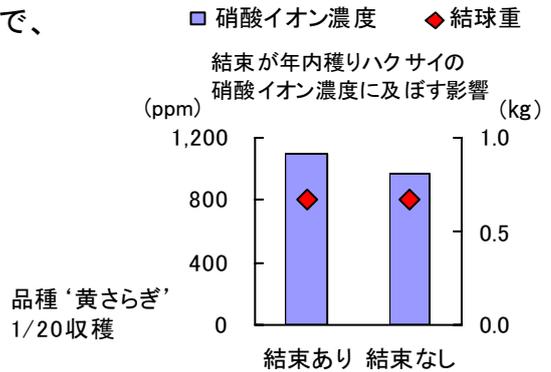


10/1定植、11/14~15調査



●結束時期を遅らせて硝酸を低減する

ハクサイは、結束することにより硝酸の蓄積が進むので、できる限り遅く結束する。

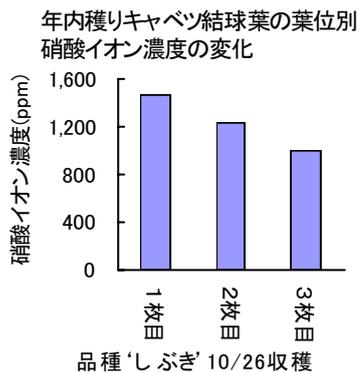
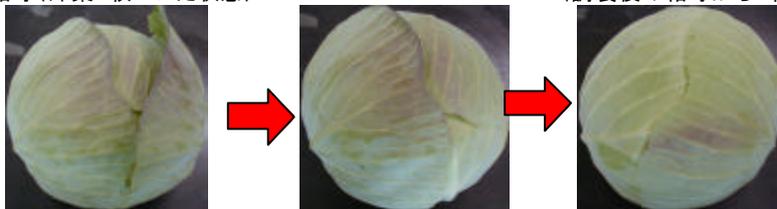


●収穫後の調製により硝酸を低減する

消費にあたって、調製後のキャベツ結球葉外側2枚程度を除去する。

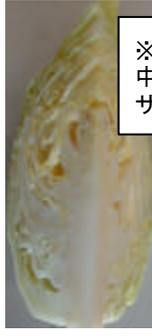
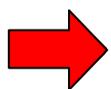
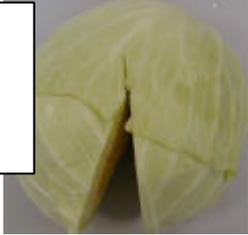
ポイント: 年内穫りキャベツでは、結球葉の外側ほど硝酸が高いため、特に硝酸の高い時期には2枚程度結球葉を除去する。

- ①調製後(出荷時)のキャベツ結球(外葉1枚ついた状態) ②外葉1枚除去した状態 ③さらに外葉1枚除去した状態(調製後の結球から2枚除去)



硝酸の簡易測定方法

調製後の結球を上から見てケーキのように芯を含んで100g以上を目安にカットする

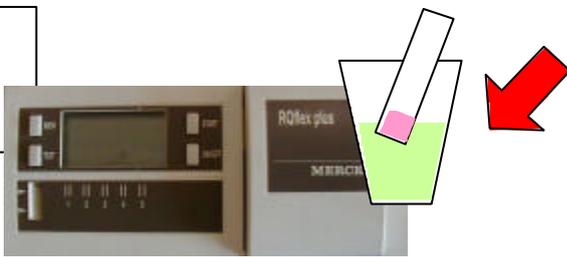


※多数の個体の測定する場合は、中ぐらいの大きさの3個体程度からサンプリングし、混合して測定する

ジュースで汁を搾り、搾り汁をRQflexなどで測定する



※硝酸イオン濃度が高い場合は、精製水で希釈して(目安: 10倍)から測定する



※本マニュアルでは、Cataldo法による分析値が主に用いられているが、上記のイオンメーター等を用いると容易に測定できる。ただし、抽出法や測定方法で測定誤差が生じるので留意する。また、抽出液は速やかに測定する。

補足資料

●有機質資材施用基準(愛知県)

資材名	kg/10a
牛ふんたい肥	3,000
豚ふんたい肥	2,000
発酵鶏ふん	600
乾燥鶏ふん	300
青刈作物	4,000

愛知県施肥基準

●窒素施用量の目安(10a当たり上限)

キャベツ: 基肥20kg + 追肥10kg (分肥)

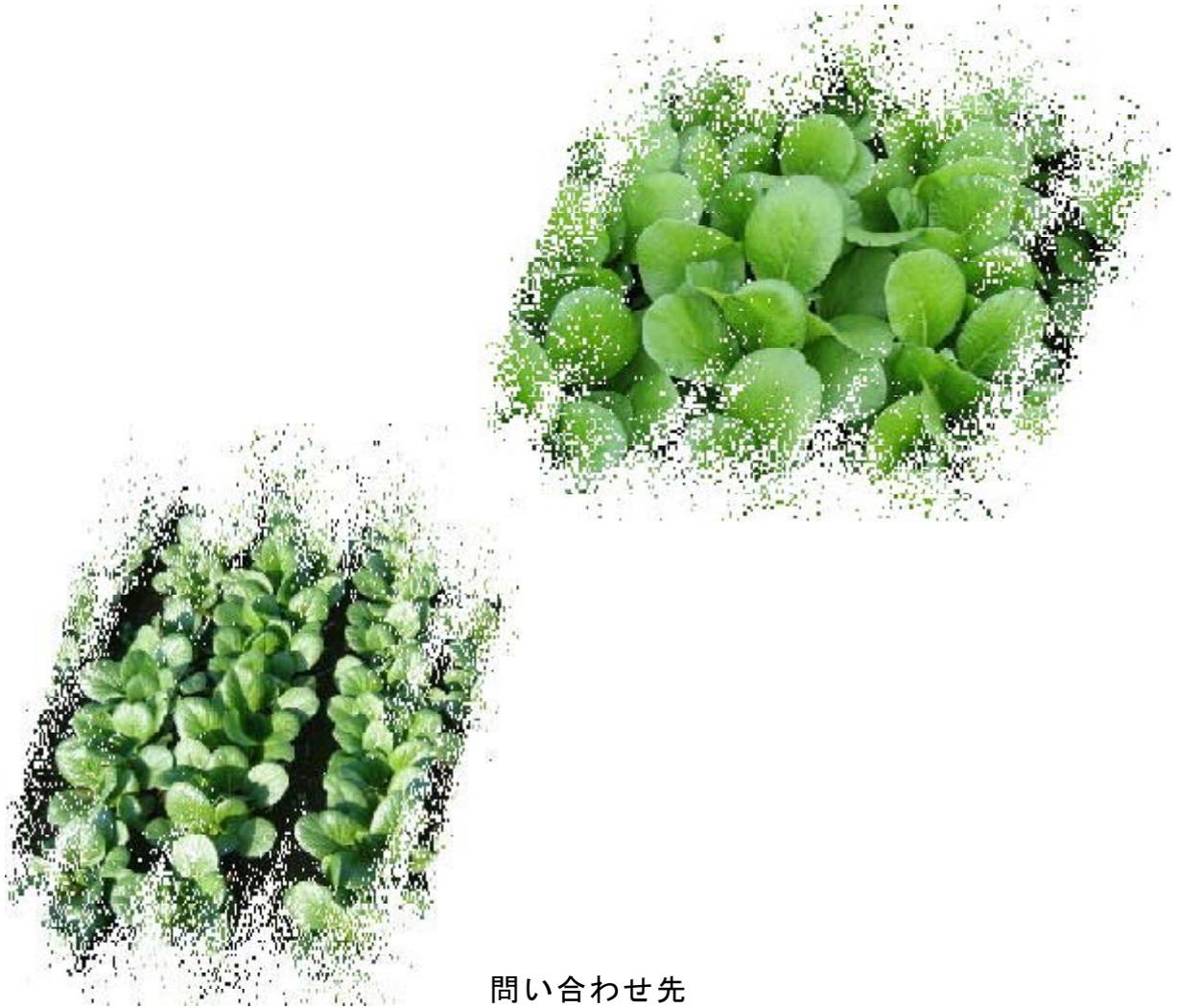
ハクサイ: 基肥15kg + 追肥10kg (分肥)

愛知県農業総合試験場(園芸研究部・東三河農業研究所)

基肥窒素の削減と尿素葉面散布による コマツナの硝酸低減化栽培マニュアル

「硝酸プロ」310

反射マルチ等を活用したコマツナ、タアサイ等の硝酸塩濃度低減化



問い合わせ先

千葉県農業総合研究センター
生産技術部野菜研究室

〒266-0006 千葉市緑区大膳野町808

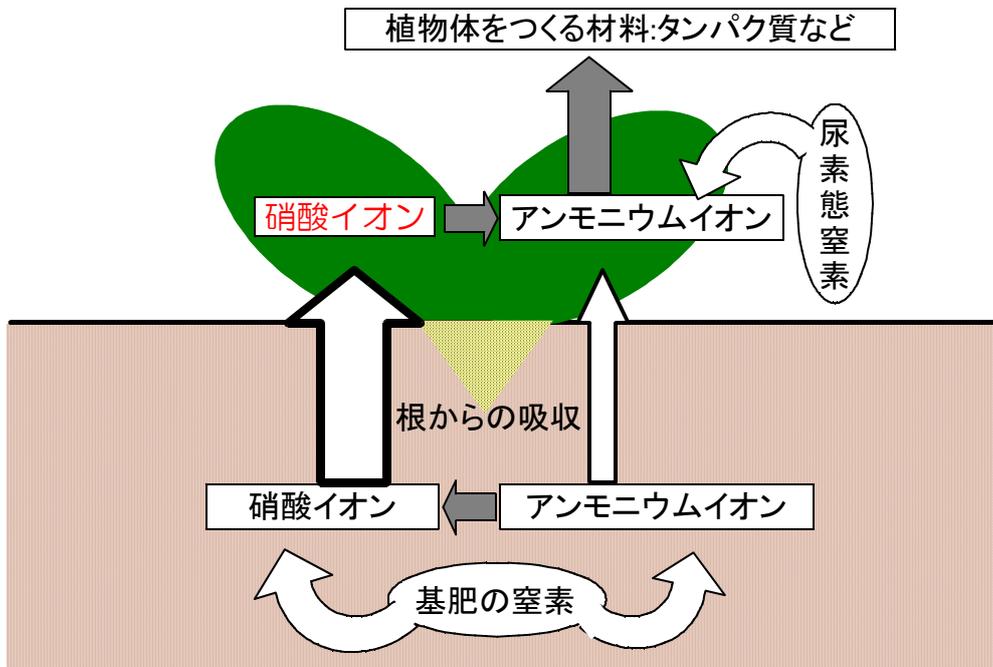
TEL:043-291-0151

E-mail:m.inue3@mb.pref.chiba.lg.jp

はじめに

作物は、生育にとって欠かせない窒素を、主に施用された肥料や堆肥から吸収しています。過剰に吸収された窒素は硝酸イオンとして葉中に蓄積されます。硝酸態の窒素ではなく、アンモニア態や有機態で施用しても、それらの窒素の多くは土壌中の微生物によって酸化され、硝酸態窒素として作物に吸収されます。

播種から収穫までの期間が短いコマツナは、通常、全量基肥による窒素施肥が行われます。基肥はコマツナが吸収する全量よりも多く施用されるのが普通ですから、窒素をためておこうとするコマツナの根の周囲には、十二分な窒素があることになります。

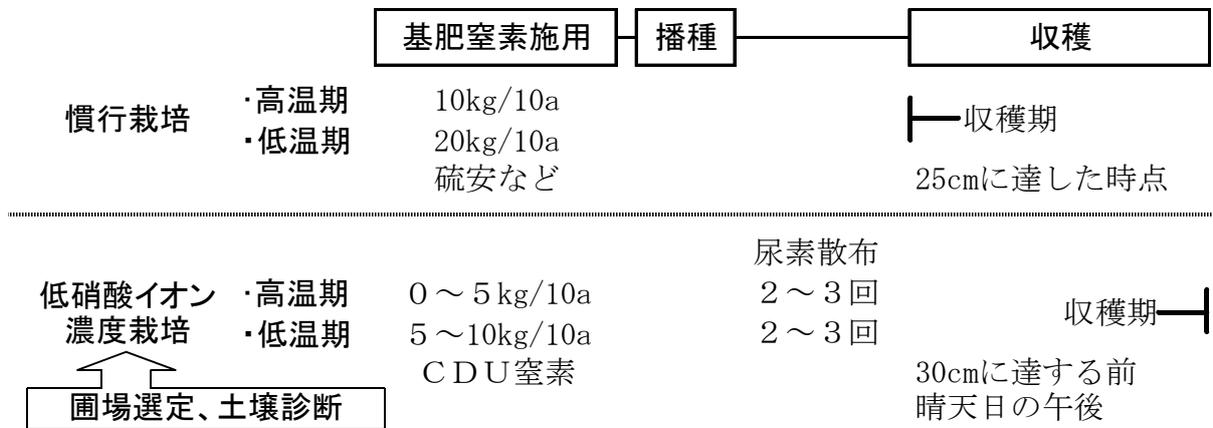


窒素の吸収と代謝の模式図

一方、作物は、窒素を葉中で一端アンモニウムイオンにしてから、植物体をつくるために欠かせないタンパク質などの物質を合成します。そのため、直接、葉中にアンモニア態や尿素態で窒素が供給されれば、硝酸態を経ることなく、タンパク質などを合成することができます。

そこで、基肥や堆肥による窒素供給を減らし、不足する窒素を尿素の葉面散布で補うことにより、生育に支障を来さずに硝酸イオン濃度を低減化することが可能となります。

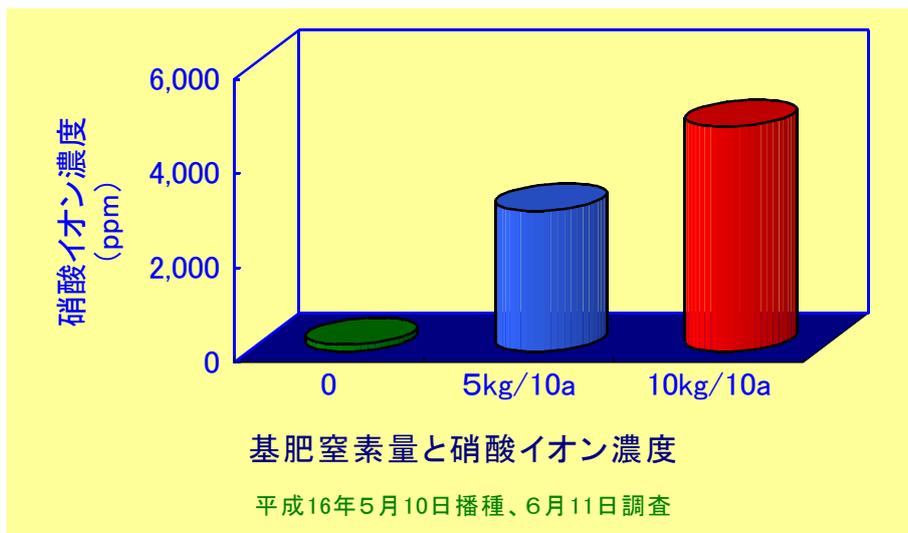
低硝酸コマツナの栽培暦



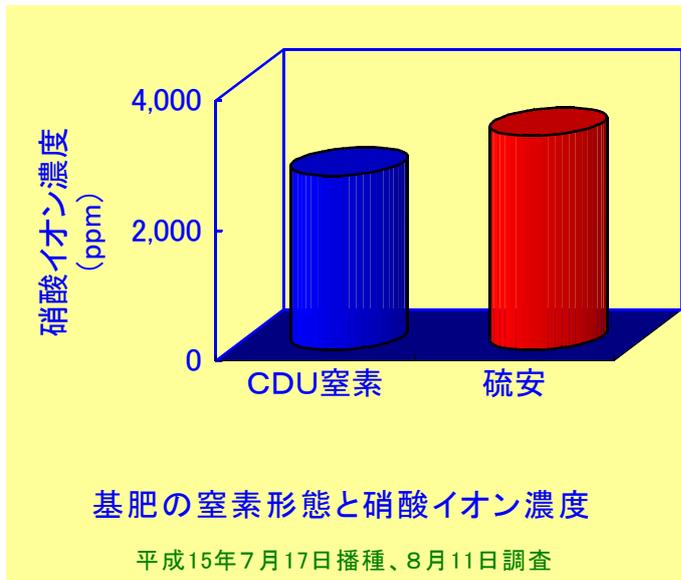
低硝酸コマツナの試験データ

1. 基肥に関連するデータ

基肥窒素量が硝酸イオン濃度に強く反映



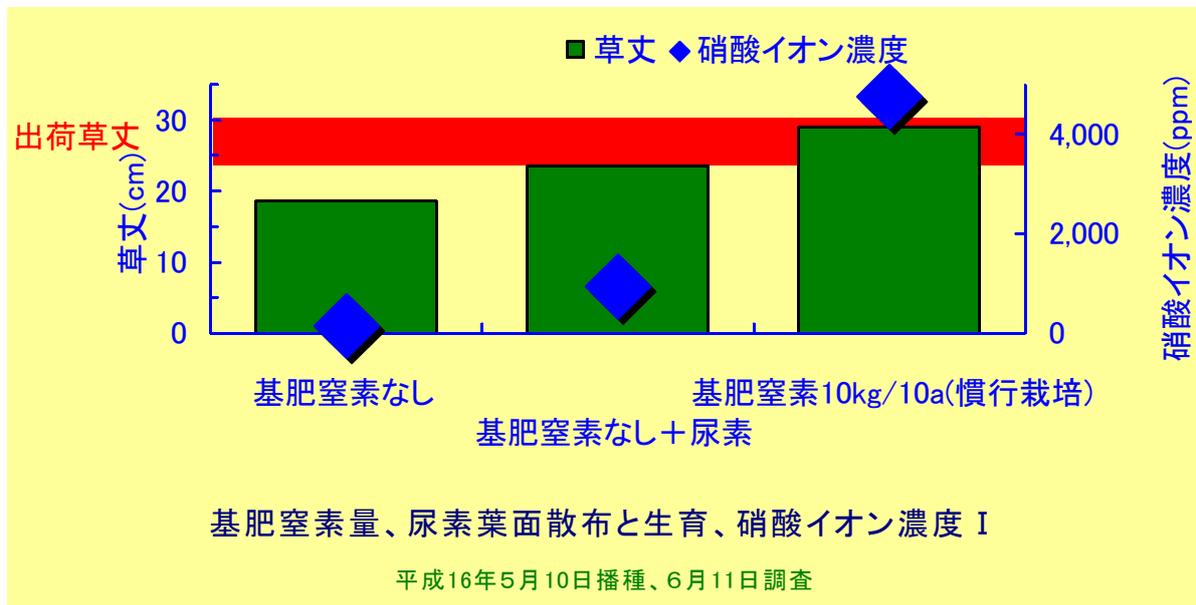
基肥窒素形態が硝酸イオン濃度に影響

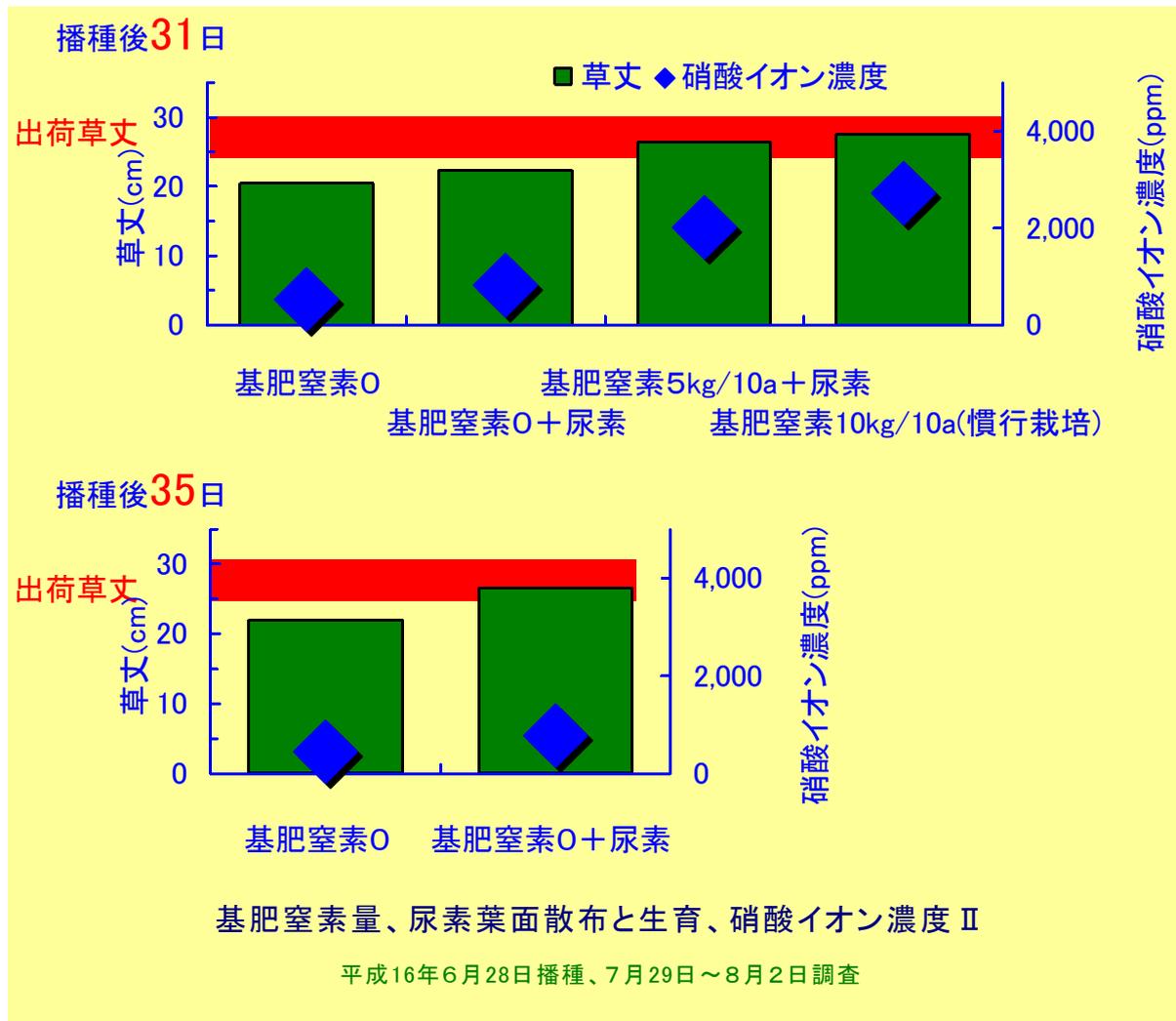


CDU窒素とは、アセトアルデヒドと尿素を原料とした窒素肥料であり、細菌によって分解、溶出するため、緩やかな肥効を示す肥料です。

2. 尿素葉面散布に関連するデータ

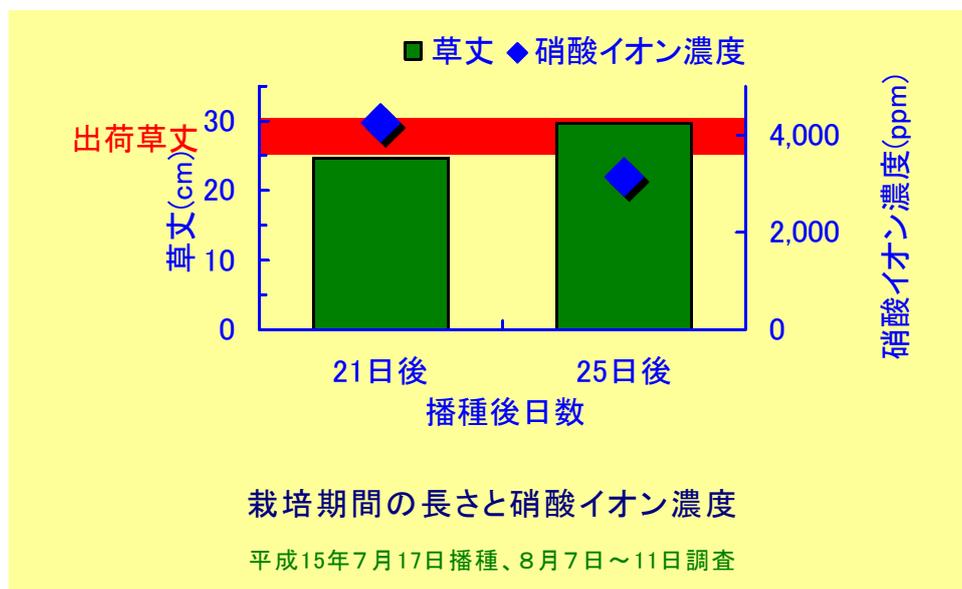
基肥を減らし、尿素の葉面散布で生育を促進



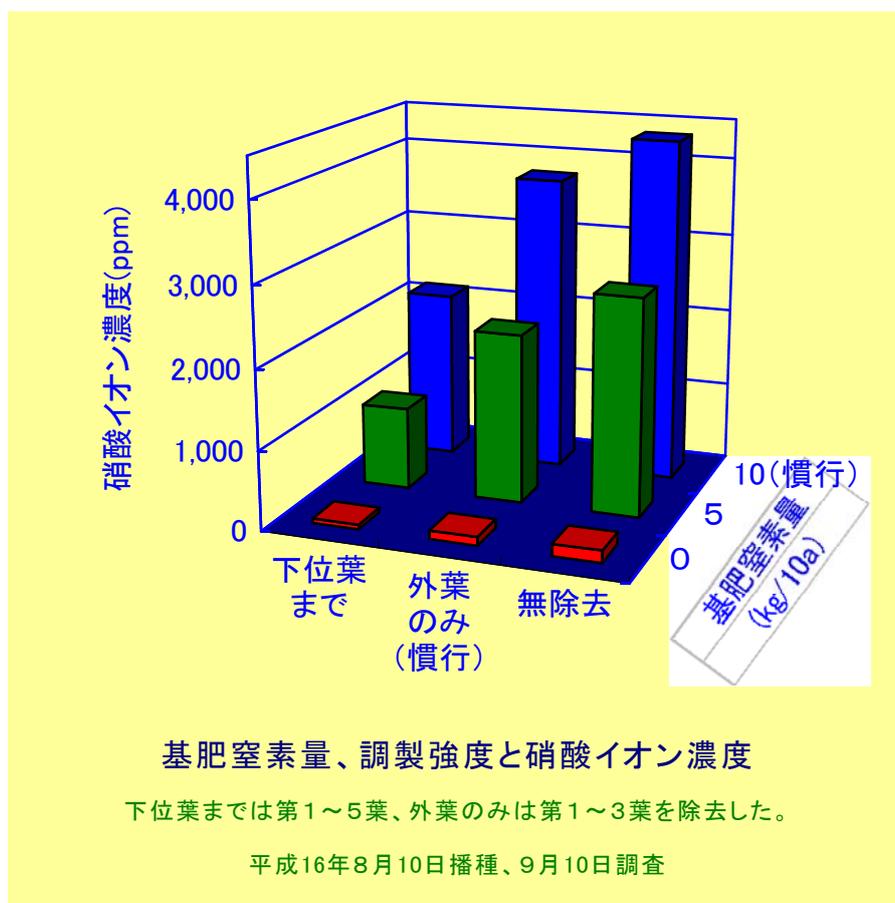


4. 収穫、調製に関するデータ

栽培期間の延長による硝酸イオン濃度低減



硝酸イオン濃度の高い部位の除去



低硝酸コマツナ栽培の実際

1. 圃場の選定と準備

最初から窒素が多くある圃場では、低硝酸イオン濃度のコマツナの栽培はできません。前作や家畜糞堆肥などの影響で窒素が多い圃場では、クリーニングクロープを作付けて、過剰な窒素を持ち出すなどします。



緑肥の作付け

2. 基肥施用

基肥にはCDU窒素を用い、表層腐植質黒ボク土では、高温期0～5 kg/10a（4月～10月上旬播種）、低温期5～10kg/10a（10月中旬～3月播種）を施用します。ただし、土壌診断に基づき、圃場に残っている可給態窒素量に応じて基肥を減らします。通常の野菜畑では、高温期3 kg/10a、低温期8 kg/10a程度の基肥量としますが、前作での肥料の効き具合などから総合的に判断します。また、年に一度、2 t /10a程度の堆肥を施用します。

低硝酸イオン濃度のコマツナ栽培の基肥施用例								
栽培時期	肥料名	保証成分(%)			現物施用量 (kg/10a)	施用量(kg/10a)		
		N	P	K		N	P	K
高温期	CDU窒素	31	0	0	10	3	0	0
	PK35	0	20	15	60	0	12	9
	合計					3	12	9
低温期	CDU窒素	31	0	0	25	8	0	0
	PK35	0	20	15	80	0	16	12
	合計					8	16	12

3. 播種など

播種や保温などの栽培管理は、慣行どおりに行います。そのため、硝酸イオン濃度を低減するといっても、栽培期間中の作業体系をこれまでと変える必要はありません。

4. 尿素の葉面散布

基肥で減らした窒素を補うために、本葉2～3枚展開時、本葉7～8枚展開時の2回、尿素の葉面散布を行います。尿素は、水で100倍希釈を基本とし、農薬散布用の動力噴霧機などを使って、均一に散布します。尿素の葉面散布によって基肥の不足分が補われ、5日以内の遅れで慣行の施肥方法と同様の収穫ができます。



尿素を水に溶かし、よく攪拌します。農薬散布と同様に、均一な散布を心掛けましょう。

散布量は、本葉2～3枚展開時100～150ℓ/10a、本葉7～8枚展開時200～300ℓ/10aとします。通常の農薬散布の1.5～2倍が目安です。これは、乾いた土壌表面がわずかに湿る程度の量で、0.1～0.3mmのかん水と同量となります。

尿素は非常に浸透性が高い物質であり、一度に大量に散布すると、葉縁が焼けてしまうことがあります。また、一緒に散布したものを浸透させやすくする効果を持っているため、農薬との近接散布は避けましょう。

特に、高温下では障害を起しやすいため、高温期には、朝夕の涼しい時間に濃度を薄くして散布しましょう。

5. 収穫、調製

さらに硝酸イオン濃度を減らすためには、収穫、調製に際して、以下のことに留意します。ポイントは、十分に太陽光に当てることです。

- (1) 収穫の数日前には、害虫除けネットなどを除去し、十分に光を当てる。
- (2) 収穫作業は、晴れた日の夕方に行う。
- (3) 収穫は、出荷規格の範囲内で、できるだけ大きい状態になったときとする。
- (4) 目標とする硝酸イオン濃度以下に低減できない場合は、調製時に第5葉程度までの下位葉を除去する。

トンネルやハウスの被覆資材は、常に光の透過性を考慮して、きれいな状態を保つように心掛けましょう。

コマツナ・チンゲンサイの 硝酸イオン濃度低減化栽培マニュアル

「硝酸プロ」308

コマツナ・チンゲンサイ等の周年栽培体系における品種
及び生育環境制御を活用した硝酸イオン濃度低減化



問い合わせ先

埼玉県農林総合研究センター

〒 346-0037 久喜市六万部 91 ☎ 0480-21-1113

農産物安全性担当 E-mail : k2150411@pref.saitama.lg.jp
園芸研究所野菜・花担当 E-mail : g2111136@pref.saitama.lg.jp

〒 350-2214 鶴ヶ島市太田ヶ谷 25 ☎ 049-285-2206

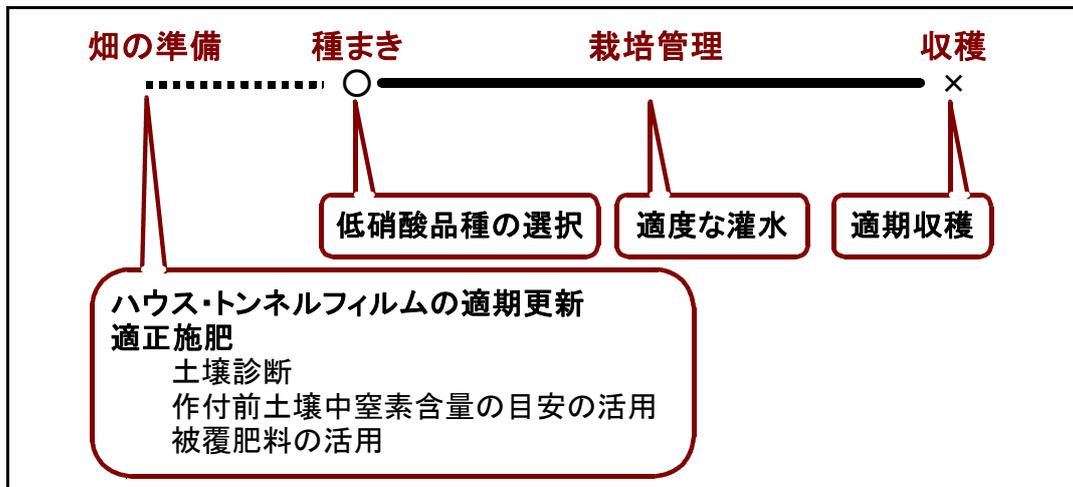
園芸研究所露地野菜担当 E-mail : g2111136@pref.saitama.lg.jp

はじめに

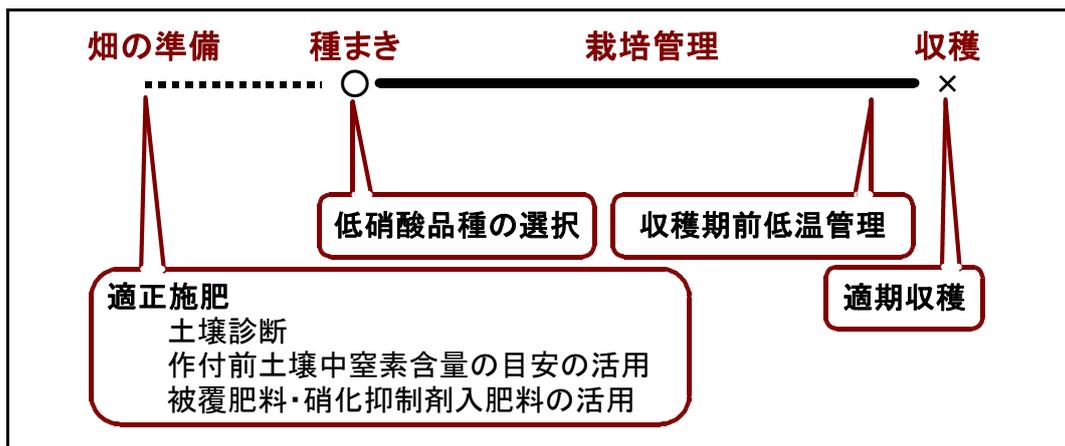
このマニュアルは、硝酸イオン濃度が比較的高い野菜であるコマツナ、チンゲンサイにおける、硝酸低減のための栽培のポイントをまとめたものです。

1 硝酸低減化栽培の重要ポイント

<春～夏まき栽培>



<秋～冬まき栽培>



2 マニュアルに基づく総合的対策の効果

夏まき栽培コマツナにおける硝酸イオン濃度は慣行区は5444ppm、総合改善区では4104ppmで慣行区に比較して約25%減少した。チンゲンサイの硝酸イオン濃度では、慣行区は3971ppm、総合改善区では2784ppmで慣行区に比較して約30%程度減少した。

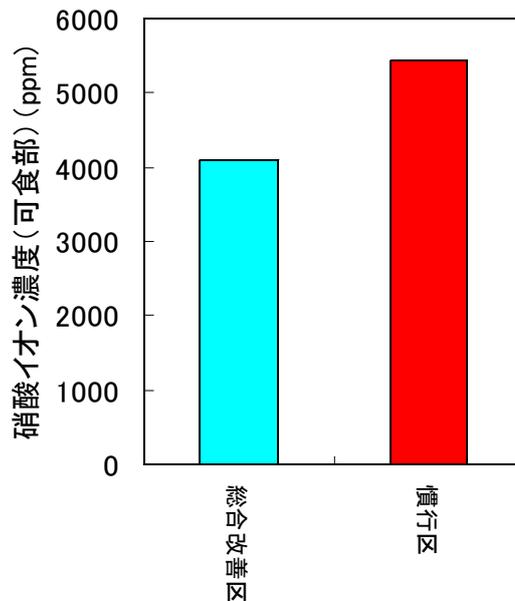


図1 夏まき栽培コマツナの硝酸イオン濃度

総合改善区は‘はづき’を供試し、多灌水管理(平均pF1.6)で被覆燐硝安加里(70日タイプ)を使用した。慣行区は‘なっちゃん’を供試し、少灌水区管理(平均pF2.1)で燐硝安加里を使用した。

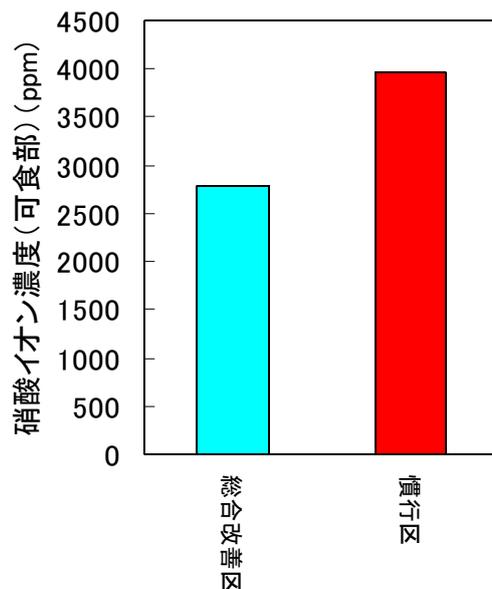


図2 夏まき栽培チンゲンサイの硝酸イオン濃度

総合改善区は‘陽帝’を供試し、多灌水管理(平均pF1.6)で被覆燐硝安加里(70日タイプ)を使用した。慣行区は‘長陽’を供試し、少灌水区管理(平均pF2.1)で燐硝安加里を使用した。

3 硝酸低減化栽培の方法

(1) 春～夏まき栽培

畑の準備

- ・ハウスやトンネルには**光透過性が低下したフィルム**は使用しないようにしましょう。

1日当たり 積算日射量は20MJ/m²以上は確保する

- ・**土壌診断**を行い、土壌中の窒素含量を把握しておきましょう。
- ・**作付前土壌中窒素含量の目安**を活用し、適正な量の肥料を施用しましょう。

ハウス栽培(沖積土壌)の場合の目安 : 10kg/10a

(窒素施用量kg/10a) = (目安の量kg/10a) - (土壌中窒素含量mg/乾土100g)

(目安の量から、土壌診断により求められた土壌中の窒素含量を引いた量が、肥料として与える適正な窒素の量です。)

- ・**被覆肥料**を利用しましょう。

硝酸低減に有効な被覆肥料の例
70日タイプ被覆燐硝安加里

種まき

- ・品種は**硝酸の低い品種**を選びましょう。

コマツナ低硝酸品種

春まき: 'きよすみ'、'浜ちゃん'、'はづき'

夏まき: 'はづき'、'きよすみ'、'夏楽天'、'ひとみ'

チンゲンサイ低硝酸品種

春まき: '青美'、'夏しんとく'、'陽帝'

夏まき: '長江'、'青武'、'陽帝'、'夏しんとく'、'珠江'

栽培管理

- ・**灌水は適度**に行いましょう。

灌水量の目安 : pF1.5 程度(沖積土壌)

収穫

- ・早期収穫を避けましょう。

【解説・補足説明】

ア 畑の準備

(ア) 光条件

展張期間が長くなったり、汚れなどにより光透過性が悪くなったフィルムは、なるべく新しいものに張り替えましょう。

(イ) 作付け前の土壌診断

土壌中にある窒素の量が多いと、与えた肥料の量と同じでも、作物中の硝酸含量は高くなります。土壌診断は必ず行いましょう。

(ウ) 作付前土壌中窒素含量の目安

露地栽培や火山灰土壌の畑ではやや多めに施しましょう。

(作土の深さを10cmとすると、1㎡の作土の量は100kg、10aの作土の量は100kg×1,000=100,000kgなので、土壌窒素含量A mg/100gのほ場10a当たりの窒素量はA×100,000×1,000/100(mg)=A kgとなります。)

(エ) 被覆肥料の利用

肥料を70日タイプ被覆肥料にすることにより、夏まき栽培で約2から1割の硝酸含量が低減しました(図1参照)。

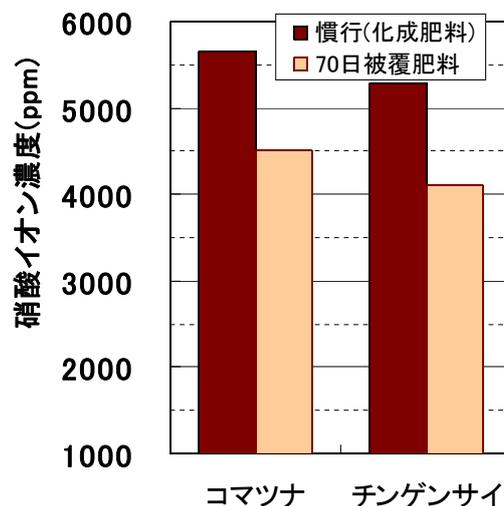


図3 被覆肥料の硝酸低減効果

(8月まき、コマツナ: 'ひとみ'、チンゲンサイ: 青美、
施肥量: Nで8kg/10a、
作付量前土壌中無機態N量: 2mg/100g 乾土)

イ 種まき

(ア) 低硝酸品種の選択

春～夏の高温期は植物体中の硝酸イオン濃度が高くなりやすい時期で、品種選択は重要なポイントの一つです。同一品種でも春、夏の各作期で硝酸イオン濃度に差がありますので、『低硝酸品種』を参照の上、各作期に適した品種を作付けしましょう。

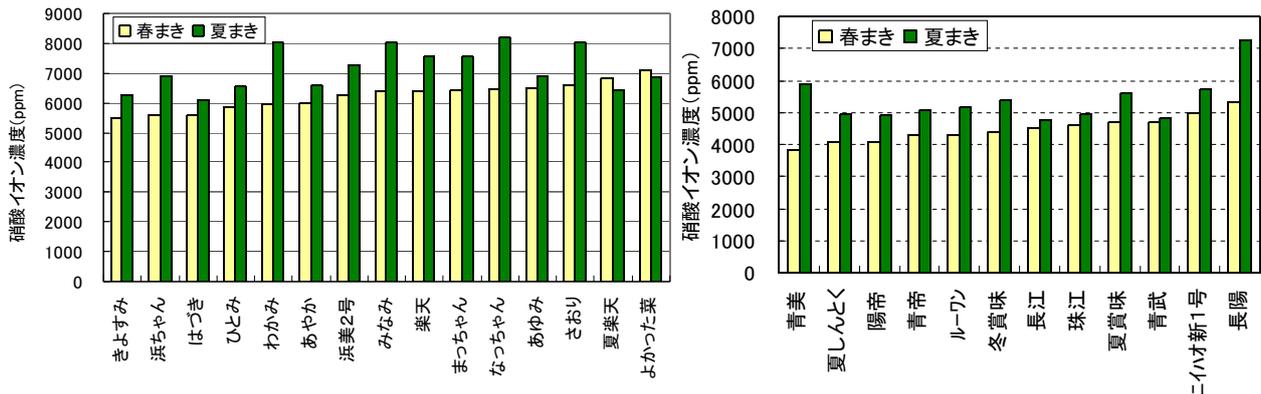


図4 春・夏まき栽培と収穫適期時の品種別硝酸イオン濃度(左:コマツナ、右:チンゲンサイ)

ウ 栽培管理

(ア) 灌水管理

夏まき栽培においては適切な灌水を行い(pF1.5程度)、極端に灌水を少なくすることは避けましょう。

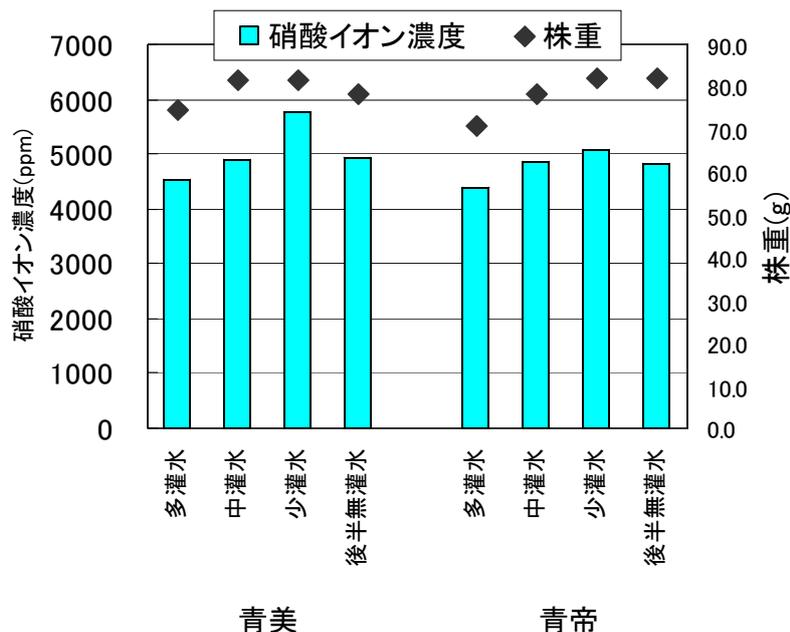


図5 夏まきチンゲンサイ栽培における土壌水分と硝酸イオン濃度
多灌水区、中灌水、少灌水、後半無灌水の土壌水分pF値の平均は1.57、1.76、2.0、2.1

(2) 秋～冬まき栽培

畑の準備

- ・**土壌診断**を行い、土壌中の窒素含量を把握しておきましょう。
- ・**作付前土壌中窒素含量の目安**を活用し、適正な量の肥料を施用しましょう。

ハウス栽培(沖積土壌)の場合の目安

秋まき : 12kg/10a

冬まき : 15kg/10a

$(\text{窒素施用量kg/10a}) = (\text{目安の量kg/10a}) - (\text{土壌中窒素含量mg/乾土100g})$

(目安の量から、土壌診断により求められた土壌中の窒素含量を引いた量が、肥料として与える適正な窒素の量です。)

- ・**被覆肥料**や**硝化抑制剤入肥料**を利用しましょう。

硝酸低減に有効な肥料の例

秋まき: 70日タイプ被覆磷硝安加里

冬まき: 40日タイプ被覆磷硝安加里、70日タイプ被覆磷硝安加里、
ジシアン化成555

種まき

- ・品種は**硝酸の低い品種**を選びましょう。

コマツナ低硝酸品種

秋まき: 'まっちゃん'、'こもん'、'紋次郎'、'裕次郎'、'河北'

冬まき: '黒みすぎ'、'あゆみ'

チンゲンサイ低硝酸品種

秋まき: '青武'、'冬賞味'、'珠江'

冬まき: '陽帝'、'青武'、'珠江'、'しんとく'

栽培管理

- ・収穫時期が近くなった時点から(草丈20cm程度を目安)ハウスサイドを常に開放し**低温管理**を心がけましょう。



慣行管理コマツナ



低温管理コマツナ

収穫

- ・早期収穫を避け、栽培期間を長くしましょう。

【解説・補足説明】

ア 畑の準備

(ア) 作付け前の土壌診断

土壌中にある窒素の量が多いと、与えた肥料の量が同じでも、作物中の硝酸含量は高くなります。土壌診断は必ず行いましょう。

(イ) 作付前土壌中窒素含量の目安

露地栽培や火山灰土壌の畑ではやや多めに施しましょう。

秋まき栽培では、この方法により、目安量全量を与えた場合に比べて、作物中硝酸含量が2～4割低減されました(図3参照)。

(作土の深さを10cmとすると、1㎡の作土の量は100kg、10aの作土の量は100kg×1,000=100,000kgなので、土壌窒素含量A mg/100gのほ場10a当たりの窒素量はA×100,000×1,000/100(mg)=A kgとなります。)

(ウ) 被覆肥料の利用

肥料を被覆肥料(40日、70日タイプ)や硝化抑制剤入肥料にすることにより、冬まき栽培ではコマツナで約5割、チンゲンサイで約4割の硝酸含量が低減しました(図4参照)。

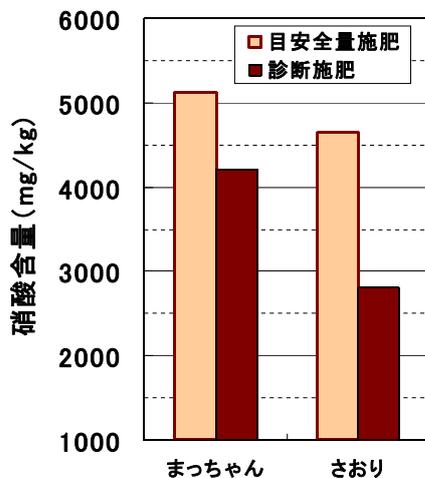


図3 目安量活用方法を基にした施肥法の硝酸低減効果(10月まきコマツナ、作付前土壌中無機態N量:5mg/100g乾土、目安量全量施肥区:Nで12kg/10a施用、診断施肥区:Nで7kg/10a施用)

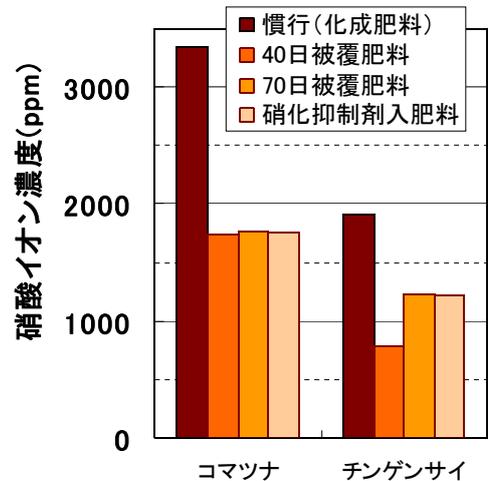


図4 肥効調節型肥料の硝酸低減効果

(12月まき、コマツナ:'夏楽天'、チンゲンサイ:'青美'、施肥量:N成分で10kg/10a、作付前土壌中無機態N量:5kg/100g乾土)

イ 種まき

(ア) 低硝酸品種の選択

秋～冬の気温が低い時期は各品種ともに硝酸イオン濃度は比較的低くなりますが、他の野菜に比較するとその濃度は高いことから、低硝酸品種を選択すること

が重要です。『低硝酸品種』を参照の上、各作期に適した品種を作付けしましょう。

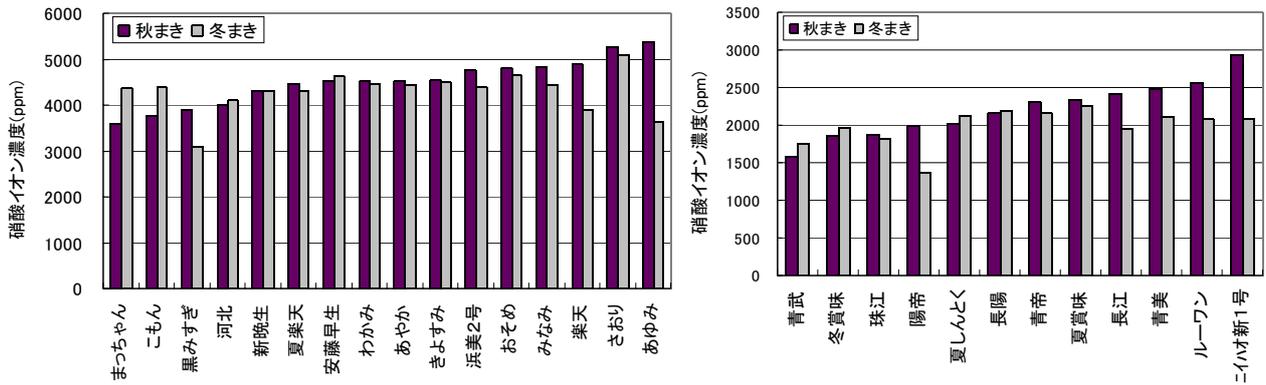


図6 秋・冬まき栽培と収穫適期時の品種別硝酸イオン濃度(左:コマツナ、右:チンゲンサイ)

ウ 栽培管理

(ア) 低温管理

収穫時期が近くなった時点から(草丈20cm程度を目安)ハウスサイドを常に開放し、最高気温が20℃を越えないように管理しましょう(図6参照)。

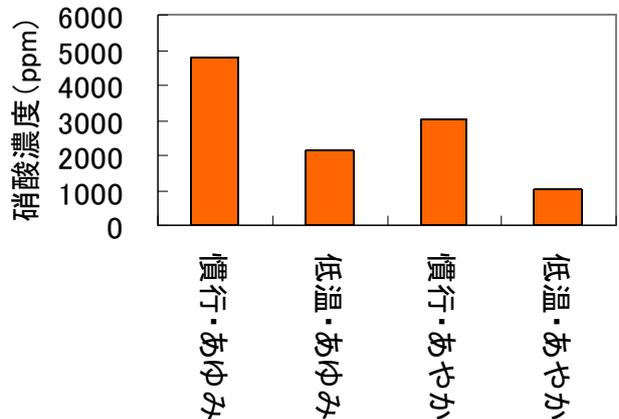


図7 低温管理による硝酸低減効果

エ 収穫

(ア) 栽培期間の延長

早期収穫を避け、生育後半をゆっくり生育させることにより硝酸濃度が低下します。

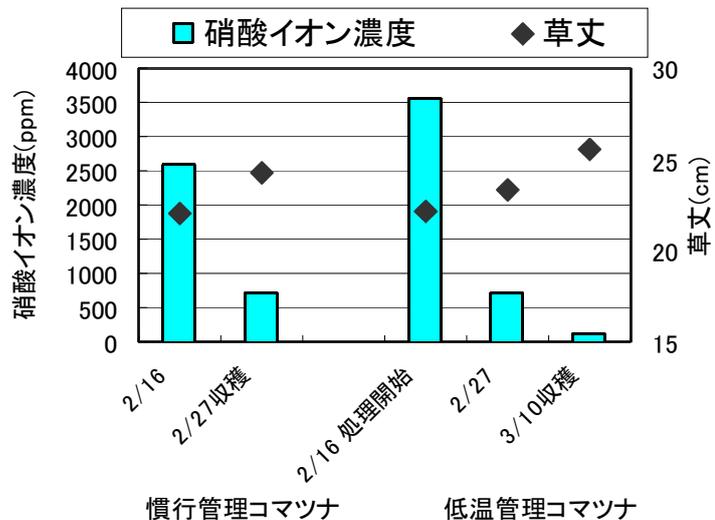


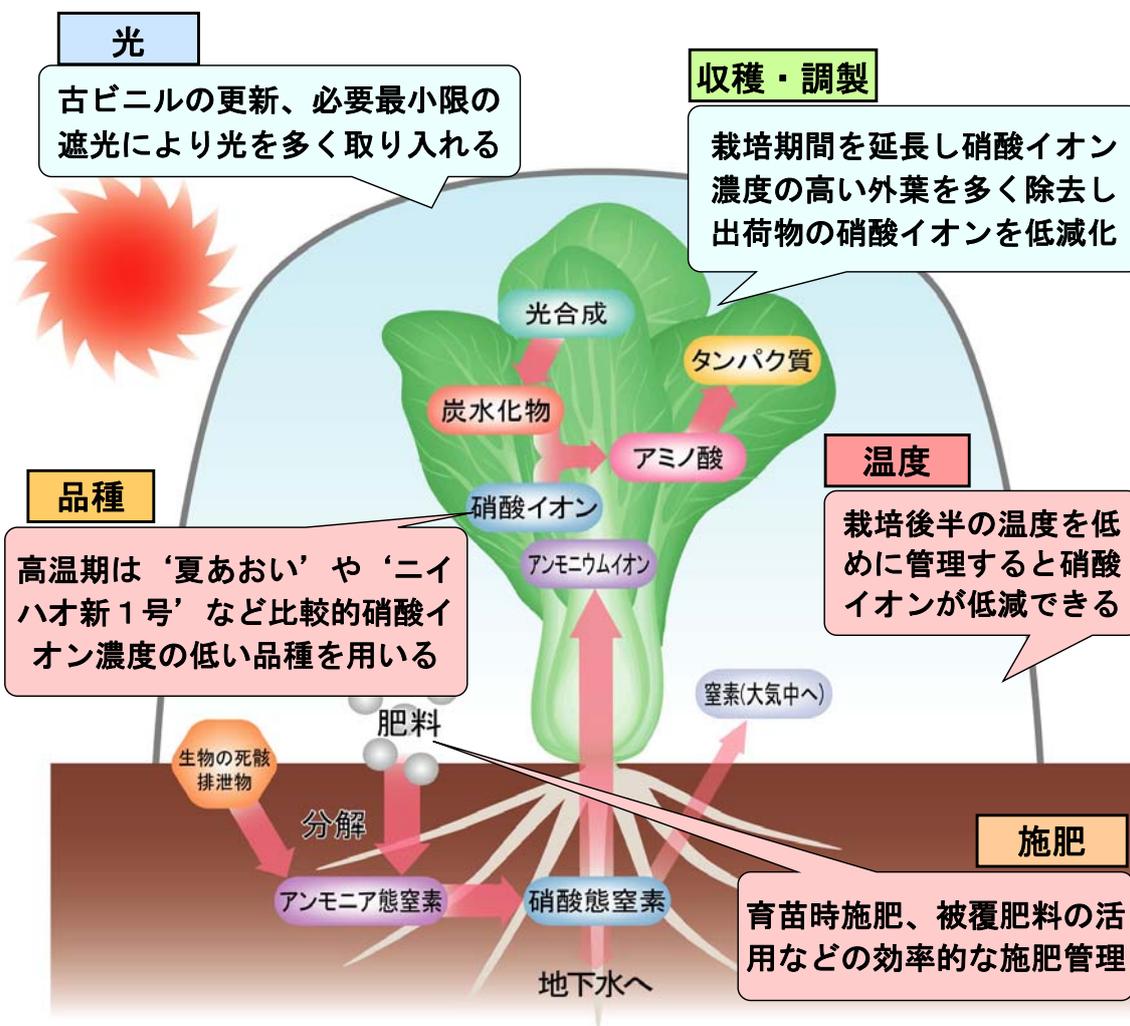
図8 生育と硝酸イオン濃度

チンゲンサイの硝酸イオン低減化マニュアル

「硝酸プロ」309

光・温度等環境影響の解明に基づいたリアルタイム診断による

チンゲンサイ、サラダナ等の硝酸塩濃度低減化



チンゲンサイの硝酸イオン濃度を低減化するためには、必要以上の肥料を与えない、栽培後半に肥料を多く残さない適切な施肥管理が基本です。また、作物体の硝酸イオンをアミノ酸やタンパク質に変える第一歩を担っている硝酸還元酵素の働きを高めるためには、できるだけ光を多く取り入れたり、栽培温度を低くすることが大切です。

問い合わせ先

静岡県農業試験場 土壌肥料部、園芸部、生物工学部

〒438-0803 静岡県磐田市富丘678-1

TEL : 0538-36-1556

栽培マニュアル

栽培環境の整備

〔ビニルの更新など〕太陽光が不足すると硝酸イオン濃度が高くなります。古いビニルは更新するなど、できるだけ多くの光を取り入れるようにしましょう。

品種選定

〔低硝酸品種の選定〕硝酸イオン濃度が高めとなる高温期の栽培においては、比較的硝酸イオン濃度が低く、収量や商品性も両立できる‘夏あおい’や‘ニイハオ新1号’を栽培しましょう。

育苗

〔育苗時同時施肥〕ペーパーポット育苗培土に被覆リン硝安加里40日タイプを窒素2~4kg/10a量混合し、本ぼの施肥を減らすことにより硝酸イオン濃度を低減化できます。

本ぼ施肥

〔被覆肥料2作全量一括施肥〕春から秋にかけては被覆リン硝安加里70日タイプを窒素20kg/10a量施用し2作連続で栽培すると、硝酸イオン濃度の低減化が期待できます。

〔肥沃な土壌での無施肥栽培〕長期連作ほ場や、堆肥投入直後のほ場では、無肥料でも1作は栽培可能で、硝酸イオン濃度も低減化できます。

温度管理

〔生育後半の低温管理〕栽培中の温度は低い方が硝酸イオン濃度が低下する傾向にあります。冬季には収穫の約2週間前から換気を多くして低温条件にすることにより、硝酸イオン濃度を大幅に低減することができます。

収穫・調製

〔栽培期間延長と外葉除去〕硝酸イオンは、外葉(古い葉)に多く蓄積される傾向にあります。栽培期間を2~5日ほど延長して株を大きくし、調製時に外葉を多く除去すれば出荷物の硝酸イオン濃度を低減化することができます。

具体的試験結果

光

遮光は必要最小限に、古いビニルは更新しましょう！

秋作において、生育期間中の積算日射量が多いほど、硝酸イオン濃度は低くなりました(図1)。硝酸イオン濃度を低下させるためには、栽培中に十分な日射を与えることが重要です。

そのため、暑さ対策のための過度の遮光は避ける、ハウスのビニルが汚れて透過率が低下した場合には早めに取り替える、などの対策が必要です。

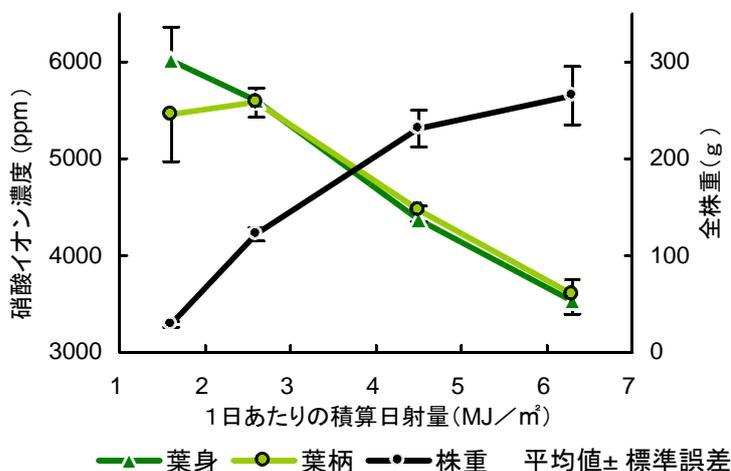


図1 遮光による積算日射量の違いがチンゲンサイの株重および硝酸イオン濃度に及ぼす影響

※定植9/6 収穫10/22 遮光期間9/11~10/22 場内ガラス室
品種：夏あおい

品 種

高温期には‘夏あおい’や‘ニイハオ新1号’などの品種を！

硝酸イオン濃度が高めとなる高温期の栽培においては、比較的硝酸が低く収量性が期待でき、かつチップバーンや節間伸長等の生理障害の発生が少ないものとして‘夏あおい’、‘ニイハオ新1号’が有望であると考えられます(図2)。

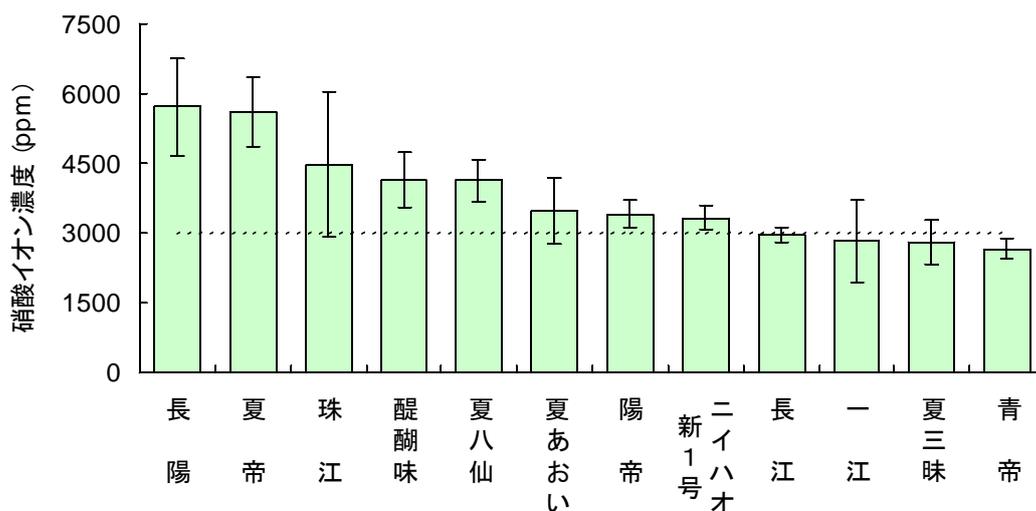


図2 チンゲンサイの品種別硝酸イオン濃度 (2004夏作)

※平均±標準誤差 耕種概要：は種6/14 定植 7/1 収穫 7/22 場内ガラス室

温度

寒締め栽培で、低硝酸、高糖度のチンゲンサイを！

冬季において、収穫前の気温は低温であるほど硝酸イオン濃度は低くなりました(図3)。さらに、他の作物においては糖含量が高まったとの報告もあり、栽培温度を低く管理する寒締め栽培はまさに一石二鳥です。

収穫の2週間くらい前から低温条件下におくことで、作物体の硝酸イオン濃度を低減させることができますと考えられます。

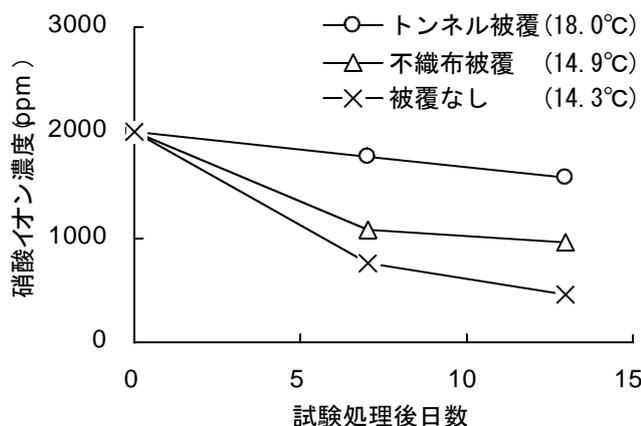


図3 異なる温度処理によって生育速度を調整した場合のチンゲンサイ体内の硝酸イオン濃度の推移
※冬期 定植3/2 収穫4/5 温度処理開始3/23
品種：青帝

施肥

育苗時施肥の活用により効果的な硝酸塩低減化を！

市販の育苗培土に、リン硝安加里肥料 40 日タイプを本ぼ施肥換算で窒素 4kg/10a 量混合し、ペーパーポットで育苗した苗を本ぼ無肥料で栽培すると、収量が 1 割程度低下しますが硝酸イオン濃度を 5 割程度低減化できます(図4)。

同じくペーパーポット育苗で窒素を 2kg/10a 量混合して育苗した苗を、本ぼに窒素 2kg ~ 4kg/10a 量施肥して栽培すると、収量が 1 割程度低下しますが硝酸イオン濃度を 3 割 ~ 4 割程度低減化できます(図5)。

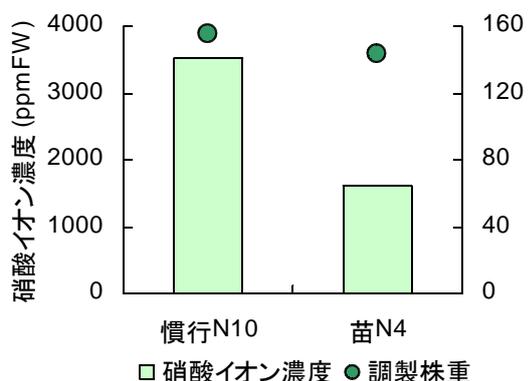


図4 ペーパーポット育苗時全量施肥の効果
※6月中旬ハウス内育苗
市販培土：窒素量100mg/L
品種：夏あおい

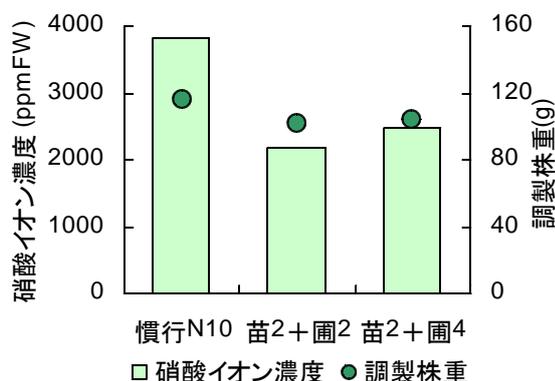


図5 ペーパーポット育苗時施肥と本ぼ減肥の組み合わせ効果
※7月中旬ハウス内育苗
市販培土：窒素量100mg/L
品種：夏あおい

チンゲンサイの連作土壌で、被覆リン硝安加里 70 日タイプを窒素 20kg/10a 量施用し 2 作連続で栽培すると、慣行栽培に比べ収量は同等～ 2 割程度低下するものの、硝酸イオン濃度を 2～3 割程度低減できます(表 1)。

表1 無機態窒素量の異なる土壌における被覆リン硝安加里2作全量一括施肥の効果

土壌 無機態 窒素含量	施肥 形態	1 作目		2 作目	
		調製株重 (g)	硝酸イオン濃度 (ppmFW)	調製株重 (g)	硝酸イオン濃度 (ppmFW)
少 (10mg/100g)	慣行	213 (100)	5648 (100)	182 (100)	4682 (100)
	被覆	187 (88)	4857 (86)	160 (88)	3043 (65)
中 (20mg/100g)	慣行	153 (100)	6042 (100)	132 (100)	6604 (100)
	被覆	173 (113)	4290 (71)	149 (113)	4755 (72)
多 (30mg/100g)	慣行	200 (100)	6046 (100)	139 (100)	5800 (100)
	被覆	224 (112)	5562 (92)	156 (112)	5046 (87)

※()内は慣行栽培(毎作窒素10kg/10a量を施用)を100%とした指数で表示

収穫期：6～7月 現地ビニールハウス 品種：夏あおい

チンゲンサイを連作している肥沃なほ場では、無肥料でも 1 作は栽培可能で、硝酸イオン濃度も低減化できます(図 6)。

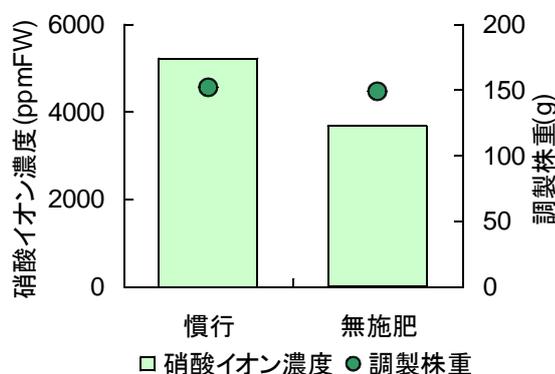


図6 無機態窒素量が豊富な土壌における無施肥栽培の効果

※収穫時期：12月 土壌の種類：細粒灰色低地土
品種：ニイハオ114

収穫・調製

栽培期間の延長と外葉除去による株の硝酸塩低減！

硝酸イオンは外葉(古い葉)に多く蓄積される傾向があります(図 7)。栽培期間を慣行より 2～5 日延長し、株を大きくして調製時に外葉を多めに除去することにより、出荷物の硝酸イオン含量を 3～5 割程度低減することができます(図 8)。

外葉より	1枚目	2枚目	3枚目	4枚目	5枚目	6枚目
葉身濃度 (ppm)	4,743	5,225	3,535	3,485	3,333	1,889
葉柄濃度 (ppm)	6,566	6,117	5,158	4,441	4,125	3,241
葉重 (g)	9	13	18	21	22	17
硝酸含量 (mg)	50	73	83	89	88	51
硝酸含量/株全体	8%	11%	13%	14%	13%	8%
株濃度 (ppm) ²⁾	3,446	3,331	3,145	2,960	2,753	2,506

外葉より	7枚目	8枚目	9枚目	10枚目	11枚目	12枚目	13枚目	心
葉身濃度 (ppm)	2,262	1,692	1,062	1,368	708	647	413	1,354
葉柄濃度 (ppm)	3,174	2,888	2,259	2,458	2,388	1,786	1,923	
葉重 (g)	19	19	17	14	10	7	4	3
硝酸含量 (mg)	57	52	35	32	21	11	7	4
硝酸含量/株全体	9%	8%	5%	5%	3%	2%	1%	1%
株濃度 (ppm) ²⁾	2,403	2,239	2,062	2,035	1,867	1,619	1,584	

図7 チンゲンサイの葉位・部位別硝酸イオン濃度 品種：夏あおい
 ※11月収穫 場内ガラス温室。2) 株濃度：調製で該当葉まで残した時の株全体の硝酸イオン濃度

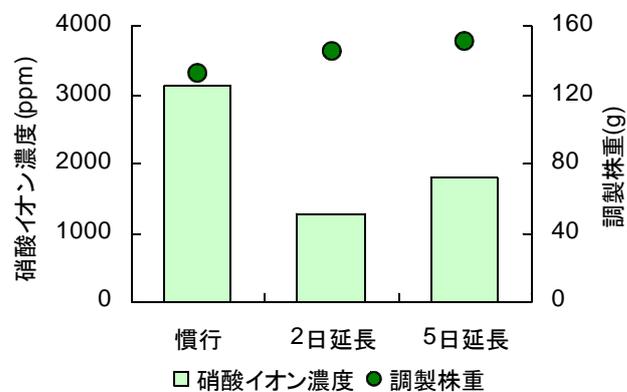


図8 栽培期間延長と外葉除去による硝酸イオン濃度の低減
 ※5月収穫 場内ガラス温室 品種：夏あおい

〔補足資料〕 チンゲンサイのミニ知識 こんなに変わる内容成分！

硝酸イオン、ビタミン C、糖などチンゲンサイの内容成分は日単位、ステージ単位、季節単位で大きく変動しています(図 9)。硝酸イオンは、冬場の生育ステージ後半、夕方に収穫すれば含量が最も少ないことが分かります。

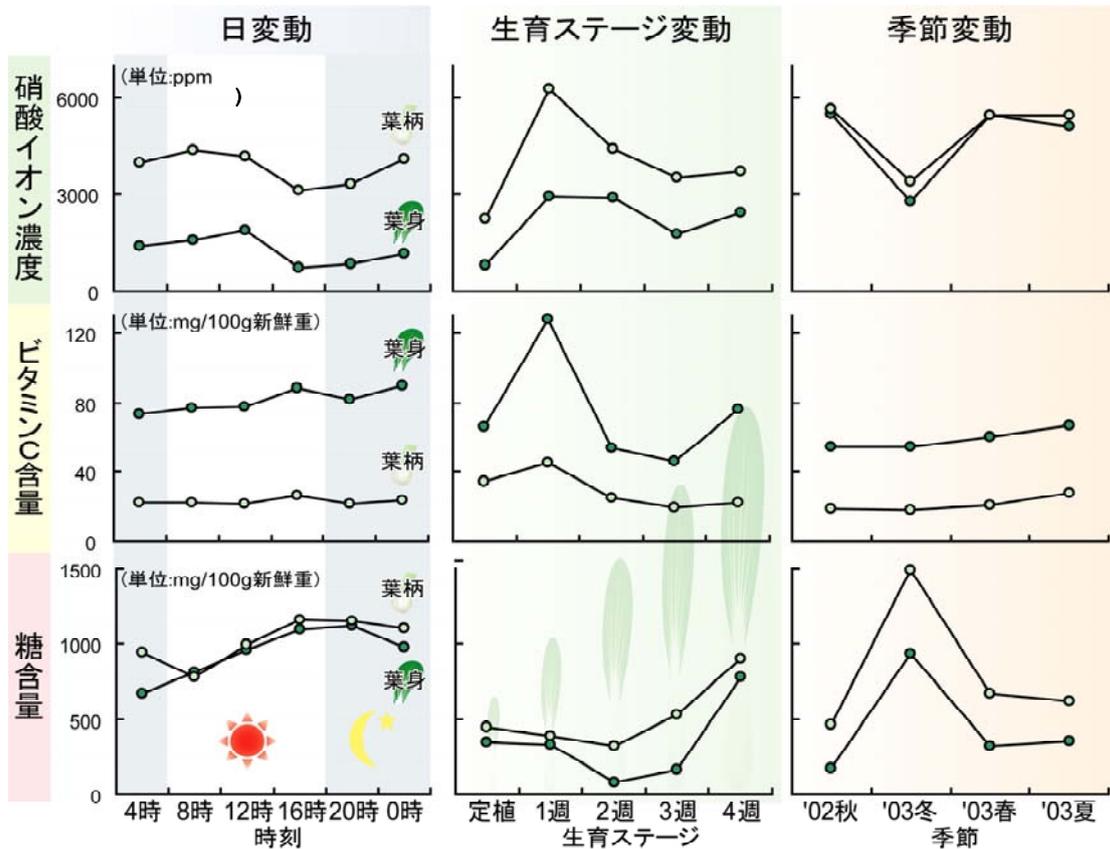


図9 チンゲンサイ内容成分の日・ステージ・季節変動 品種：夏あおい、ニイハオ114

図 10 は、葉身の硝酸イオン含量が少ないほど、葉柄の糖含量および葉身のビタミン C 含量が多いことを示しています(負の相関)。つまり、硝酸イオンが少ないチンゲンサイは、糖やビタミン C などの栄養価にも富むことを表しており、栄養面からも野菜の硝酸イオン濃度の低減化が望まれます。

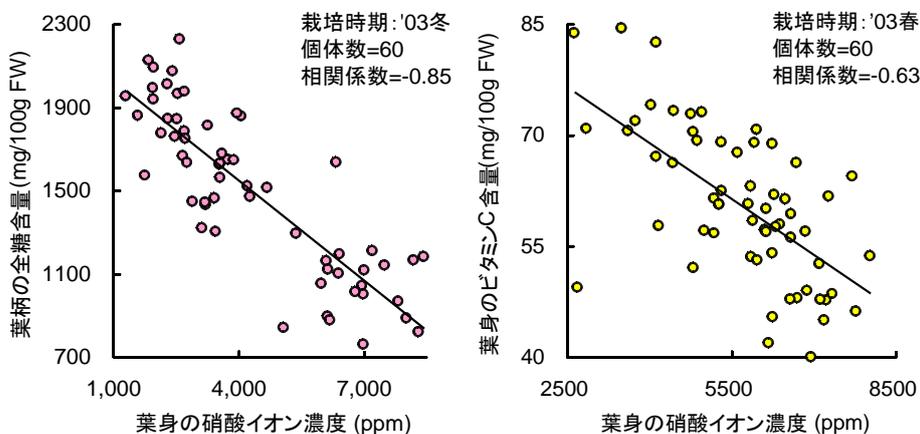


図10 チンゲンサイの硝酸イオン濃度と糖及びビタミンC含量の関係 品種：夏あおい、ニイハオ114

セル内施肥と間引き栽培によるタアサイの 硝酸塩低減化マニュアル

「硝酸プロ」310

反射マルチ等を活用したコマツナ、タアサイ等の硝酸塩濃度低減化



問い合わせ先

千葉県農業総合研究センター
北総園芸研究所東総野菜研究室

〒289-2714 旭市三川14, 886

TEL:0479-57-4150

E-mail:s.yshd8@mc.pref.chiba.jg.jp

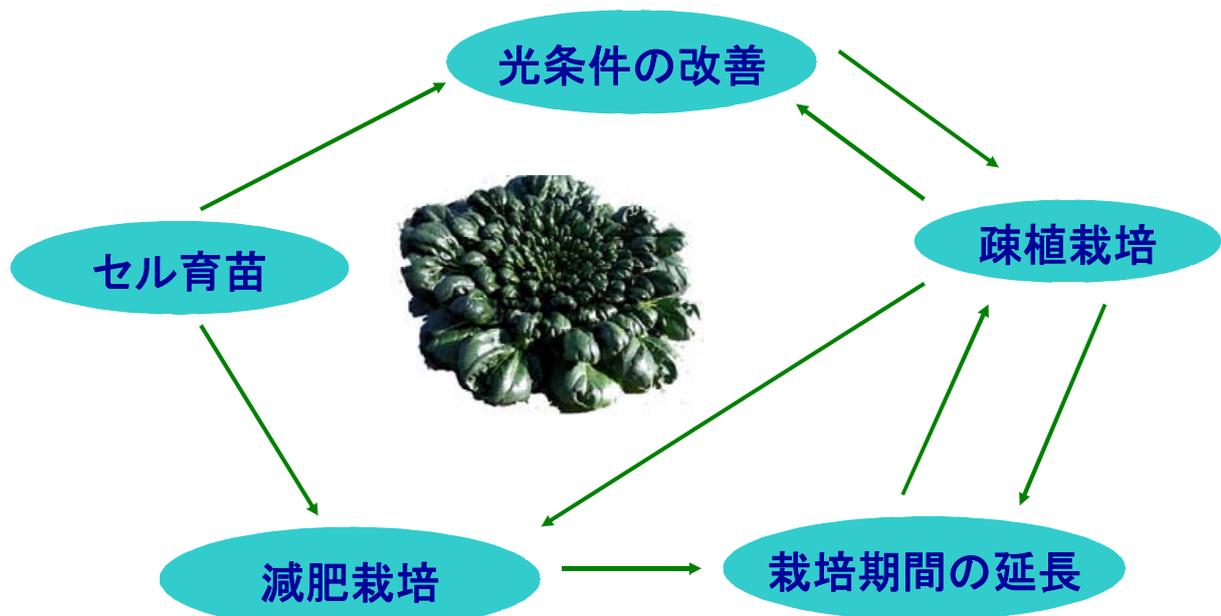
はじめに

タアサイ等の葉菜類には硝酸塩が多量に含まれている場合があります、その低減化が求められています。植物の生育にとって窒素は不可欠な要素で、化学肥料だけでなく、有機質肥料や堆肥類のように分解が遅いものも、いずれ硝酸イオンとなり、植物に吸収されます。吸収された硝酸イオンは、光エネルギーにより体内でアミノ酸などに同化されますが、窒素施用量や土壌からの窒素溶出量が多いときや遮光などにより同化能力が低下したときには、一時的に過剰な硝酸イオンが葉菜類中に残存することになります。

葉菜類中の硝酸イオンを減らすには、吸収量を体内での同化能力に見合ったものとすれば良いのですが、土壌からの窒素溶出には、多くの要素が関わっており、その調節は困難です。

そこで、セル成型育苗の培養土中へ被覆複合肥料を混和するセル内施肥技術を用い、育苗中及び定植後の生育を促進して、減肥栽培での収量を確保しつつ、硝酸イオン濃度の低いタアサイを生産する栽培法を紹介します。

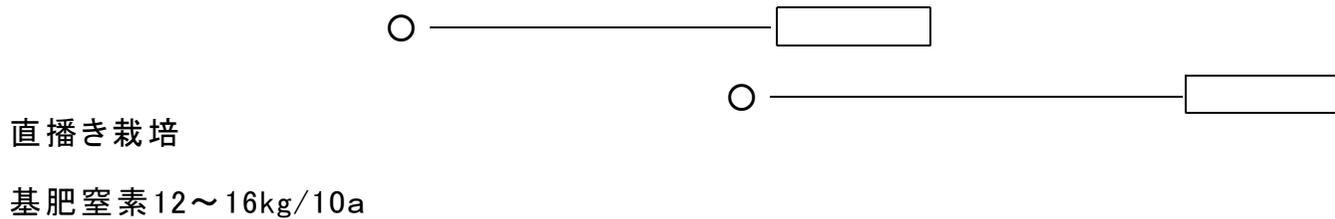
硝酸イオン低減化のための栽培ポイント



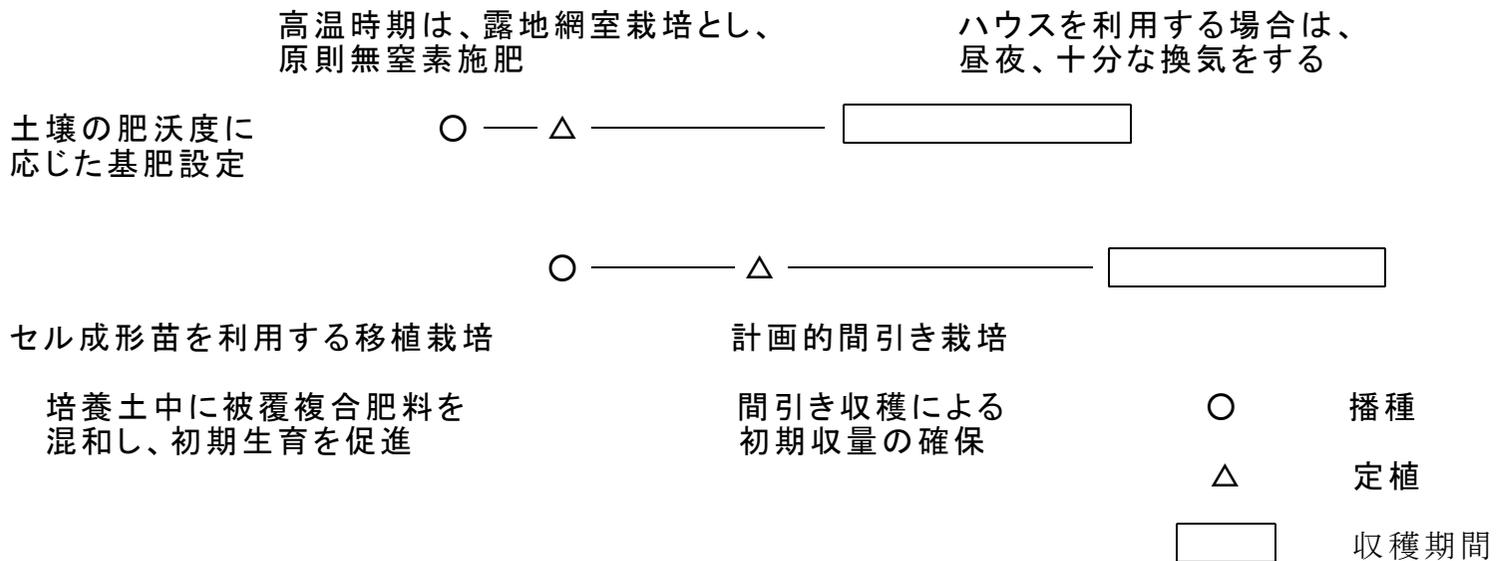
低硝酸タアサイの栽培暦

4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	----	----	----

慣
行
栽
培



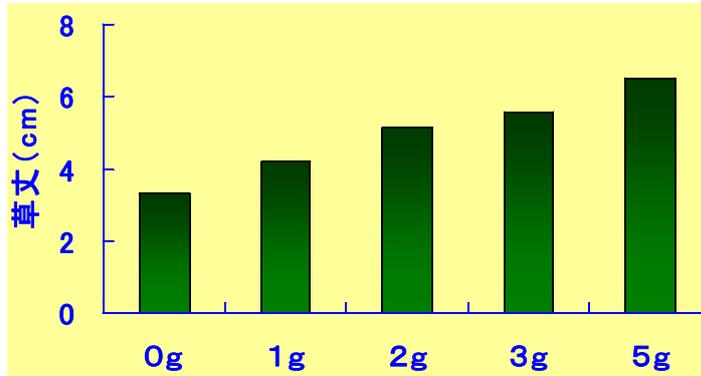
低
硝
酸
化
栽
培



低硝酸タアサイの試験データ

1. 育苗に関連するデータ

セル内施肥による生育促進



セル育苗時のセル内施肥量と草丈

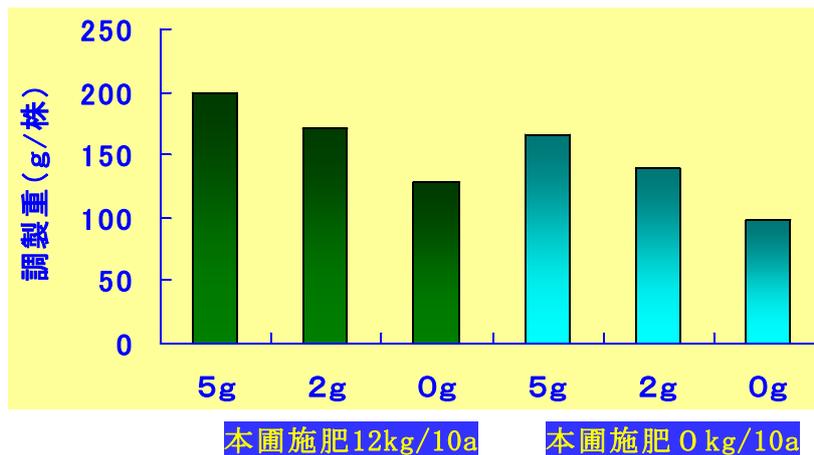
品種「緑彩2号」、平成14年11月1日播種、12月2日定植
横軸は培養土1リットルに混和した被覆複合肥料(マイクロ
ロングS201、40日タイプ、以下同じ)の量

* セル内施肥量が多いほど生育が促進されます。

なお、用いた品種は全て「緑彩2号」(サカタのタネ)です。

2. 定植に関連するデータ

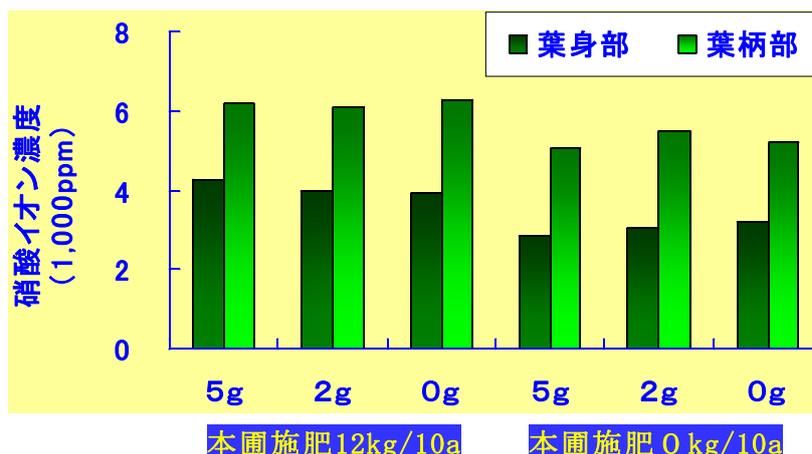
収量を確保するセル内施肥と 硝酸イオン濃度を低減する減肥栽培



夏期における本圃施肥の有無、セル内施肥量と調製重

品種「緑彩2号」、平成16年8月2日播種、8月18日定植、9月10日調査
横軸は、培養土1リットルに混和した被覆複合肥料の量と本圃窒素施用量

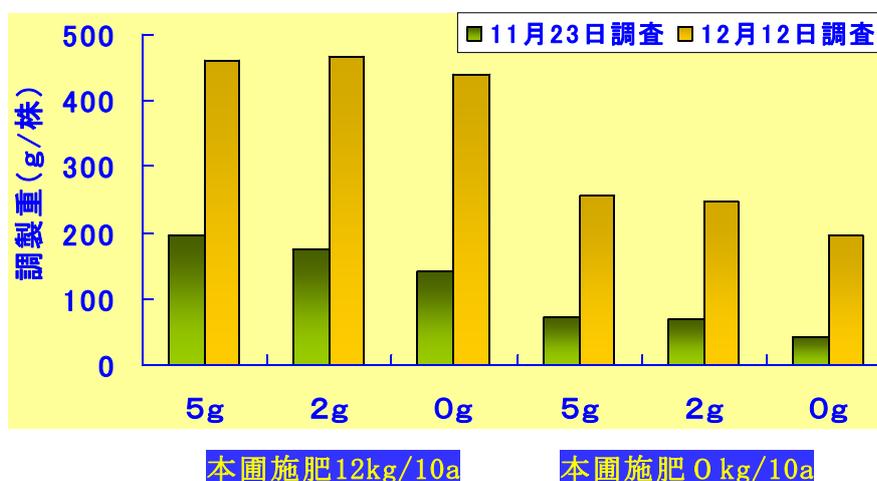
* 夏期では本圃に施肥しなくともセル内施肥により収量が確保されます。
本圃施肥 0 kg/10a・セル内施肥 2 g が本圃施肥 12kg/10a・セル内施肥 0 g と
同等の調製重となりました。



夏期における本圃施肥の有無、セル内施肥量と硝酸イオン濃度

品種「緑彩2号」、平成16年8月2日播種、8月18日定植、9月10日調査
 横軸は、培養土1リットルに混和した被覆複合肥料の量と本圃窒素施用量

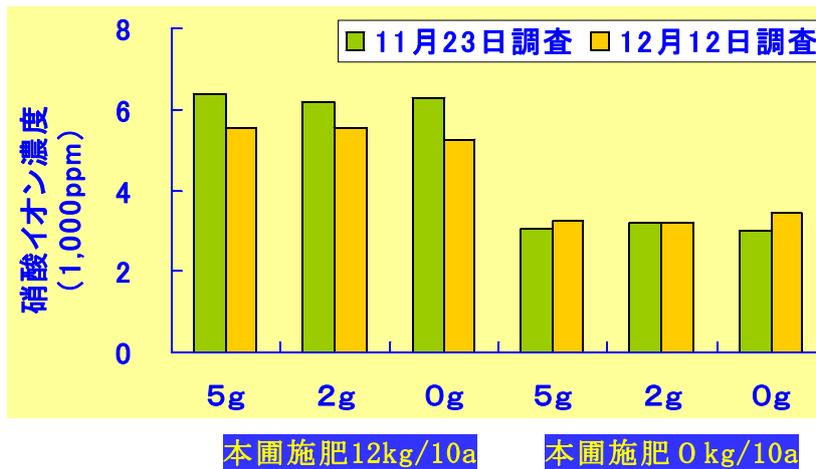
- * 夏期では本圃無施肥のほうが硝酸イオン濃度が低くなりますが、その差はわずかです。
 セル内施肥量の影響はほとんどありません。



冬期における本圃施肥の有無、セル内施肥量と調製重

品種「緑彩2号」、平成16年10月1日播種、10月18日定植、11月23日及び12月12日調査
 横軸は、本圃窒素施用量と培養土1リットルに混和した被覆複合肥料の量

- * 冬期には本圃に施肥しないと、同一日にはセル内施肥しても収量が得られませんが、生育期間の延長により収量が確保されます。
 12月12日に調査にした本圃施肥0kg/10aの各区は、11月23日に調査した本圃施肥12kg/10aの同等以上の調製重となりました。

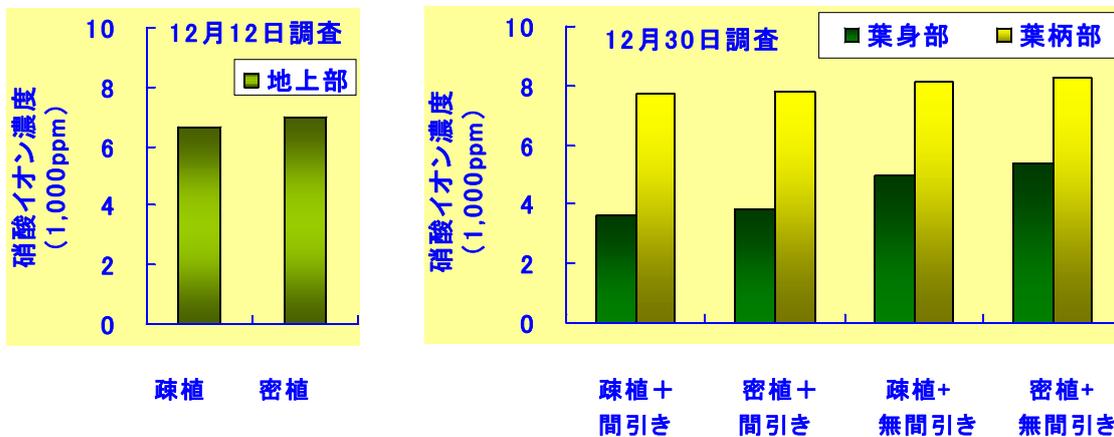


冬期における本圃施肥の有無、セル内施肥量と硝酸イオン濃度

品種「緑彩2号」、平成16年10月1日播種、10月18日定植、12月12日調査
横軸は、本圃窒素施用量と培養土1リットルに混和した被覆複合肥料の量

- * 冬期では本圃無施肥のほうが硝酸イオン濃度が低くなります。セル内施肥量の影響はほとんどありません。

硝酸イオン濃度を低減する疎植栽培



栽植密度を異にしたタアサイの硝酸イオン濃度

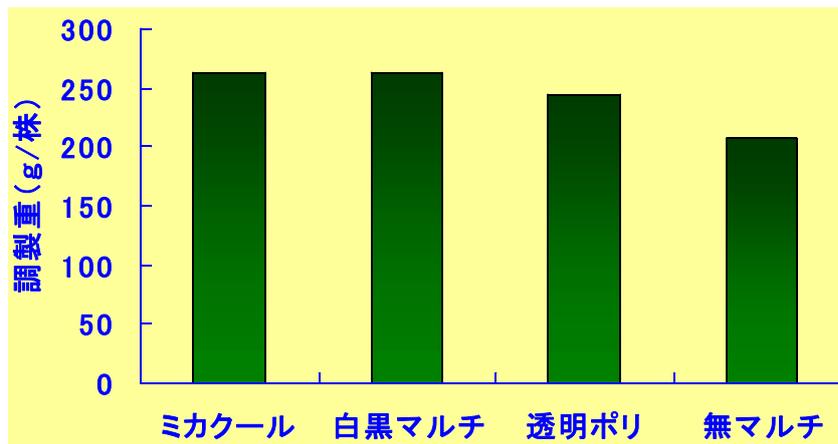
12月12日調査の試験区は、疎植(定植時より30cm×20cm)、密植(定植時より15cm×20cm)。

12月30日調査の試験区は、疎植+間引き(定植時より30cm×20cm、12月25日より60cm×40cm)、密植+間引き(定植時より15cm×20cm、12月25日より30cm×40cm)、疎植+間引き無間引き(定植時より30cm×20cm)、密植+無間引き(定植時より15cm×20cm)。

品種「緑彩2号」、平成14年10月15日播種、11月8日定植(透明マルチ)

- * 疎植栽培のほうが硝酸イオン濃度が低くなります。12月12日の地上部の硝酸イオン濃度は疎植のほうが低くなりました。12月30日の硝酸イオン濃度は間引きを行ったほうが低くなりました。

マルチングによる生育促進



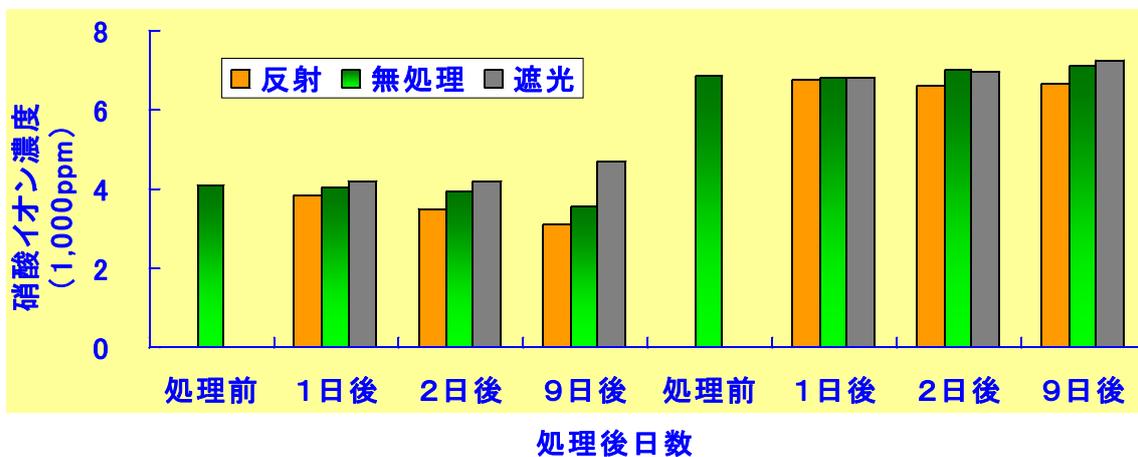
マルチの種類を異にしたタアサイの生育

品種「緑彩2号」、平成14年9月27日播種、10月18日定植、ベッド幅140cm、株間30cm、条間20cm

* マルチングにより生育が促進されます。

3. 栽培管理に関連するデータ

生育を促進し、硝酸イオン濃度を低減する光環境の改善



葉身部

葉柄部

光条件と葉身部の硝酸イオン濃度

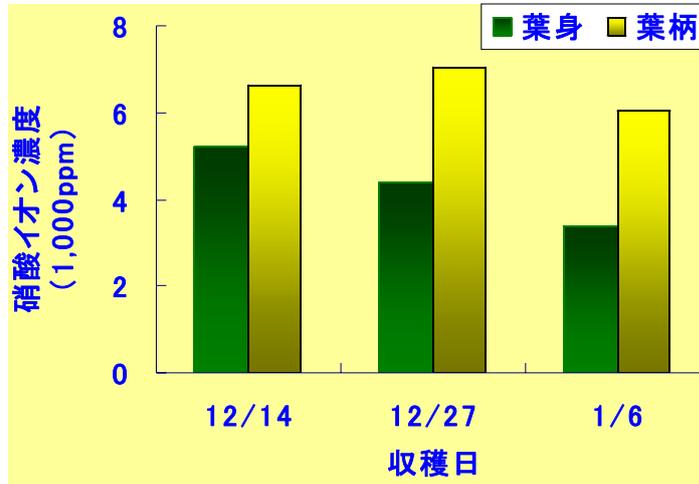
試験区は、1月7日9時に白黒マルチ(反射率65%)を栽培位置の北側東西方向に垂直に立てることにより反射区(反射光の当たる部分)、遮光区(陰の部分)及び無処理区を設定、各日14時にサンプリング

品種「緑彩2号」、平成15年11月5日播種、11月26日定植、平成16年1月6～16日調査

* 光が多く当たると硝酸イオンが低くなり、遮光すると高くなります。この差は生育日数とともに拡大します。

4. 収穫に関連するデータ

栽培期間の延長による硝酸イオン濃度低減



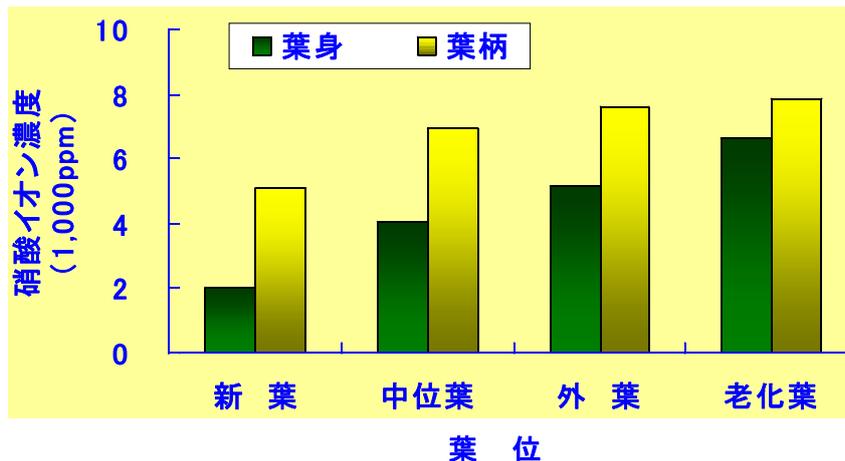
栽培期間の長さとの硝酸イオン濃度

品種「緑彩2号」、平成16年10月18日播種、11月12日定植

* 収穫期間が長くなるほど硝酸イオン濃度が低くなります。

5. 調製に関連するデータ

硝酸イオン濃度の高い部位の除去



葉位別硝酸イオン濃度

老化葉は第1～6葉、外葉は第7～14葉、中位葉は第15～22葉、
新葉は第23葉～

品種「緑彩2号」、平成16年8月2日播種、8月18日定植、9月17日調査

* 外側の葉ほど硝酸イオン濃度が高くなります。

低硝酸タアサイ栽培の実際

生育を揃え、光条件などを均一にする **セル育苗**

1. 育苗方法

(1) 品 種

「緑彩2号」(サカタのタネ)が揃い良く、均一栽培に適します。

(2) セルトレイ

標準規格トレイの128穴を使用します。

(3) 培養土

ピートモス、バーミキュライト主体の培養土を用い、窒素成分は培養土1リットル当たり80mgを目安とします。

(4) セル内施肥量

培養土1リットル当たり、被覆複合肥料(マイクロロングトータル201、40日タイプ)を夏期は3g、冬期は5g混合します。

セル内施肥の留意点

- ・マイクロロングを混合した培養土は、その都度、使い切りましょう。
- ・マイクロロングの混合量が多すぎると根鉢の形成が劣ります。
- ・マイクロロングを混合することで、育苗中のみならず、定植してからも生育が促進されるので、本圃の基肥を減らしても収量を確保できます。



0g

2g

5g

セル内施肥料とタアサイの生育

(5) 播 種

セルトレイに応じた播種板や播種器を用いると省力的です。

育苗時の留意点

- ・発芽後のかん水は、タアサイがしおれてから行い、根鉢を充実させましょう。
- ・一部のトレイは2粒まきとし、双葉展開時に補植し、育苗時の生育を揃えましょう。

2. 定植

硝酸イオンの過剰吸収を抑制する**減肥栽培**

(1) 施肥量

1) 基 肥

表層腐植質黒ボク土壌では、本圃への窒素施用量を、概ね慣行栽培の30%程度以下（夏期は無施肥、冬期は5 kg/10 a）とします。

2) 追 肥

葉の退色が見られた場合は、0.5%程度の尿素を葉面散布します。

減肥栽培の留意点

- ・夏期は、高地温の影響により土壌からの硝酸イオンの無機化が多くなります。
- ・化成肥料だけでなく、有機質肥料などでも、窒素肥料は土壌中で硝酸イオンに変わります。

光条件を改善し硝酸イオンの同化を促進する**疎植栽培**

(2) 栽植密度

生育を揃え、光条件を均一とするために疎植を保ちます。

夏期は条間20cm×株間30cm程度、冬期は条間40cm×株間30cm程度とします。ベッド幅は120～150cmが適当です。

栽植密度設定の留意点

- ・タアサイは、夏期は立性、冬期は伏性となります。
- ・いつごろ、どの大きさを収穫するかを想定して栽植密度を決定しましょう。
- ・疎植栽培で収量を得るために、計画的間引き栽培とします。

(3) マルチング

マルチを用いると葉柄間への土の侵入を防げます。また、白黒マルチを用いると、土壌の温度変化が少なく、生育が促進されます。



マルチ比較試験

3. 栽培管理

生育や硝酸イオンの同化を促進する**光環境の改善**

(1) ハウスの被覆資材

光線透過率の高い被覆資材を使用しましょう。開口部には防虫網を張り、コナガなど害虫の侵入を防ぎます。

(2) 露地栽培の防虫網

防虫網をトンネル状に張りますが、収穫の1～2週間前に除去しましょう。

(3) 太陽光の有効利用

タアサイに当たる太陽光を増大させる工夫をしましょう。

光環境改善の際の留意点

- ・ 冬期は土壌からの硝酸イオン吸収が抑制されているので太陽光が弱くとも葉中の硝酸イオンが低くなります。
- ・ 弱光条件下の光環境改善は効果的です。



反射マルチを利用した硝酸イオン低減化

反射光の当たる部分では硝酸イオン濃度が低くなります。

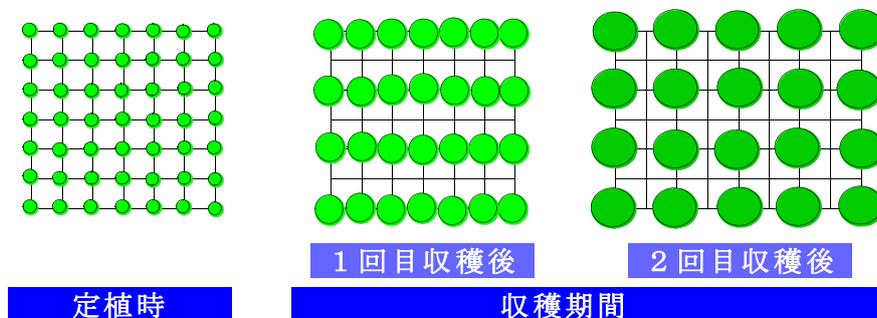
4. 収穫

同化を促進し、硝酸イオンを減少させる栽培期間の延長

(1) 間引き収穫

外葉が触れ合うところを目安に収穫し、常に粗植を保ちます。

計画的な間引き収穫により、栽培条件が均一なり、最後まで品質が保たれます。



計画的間引き栽培のイメージ

(2) 長期栽培

栽培期間を延長し大株にすると硝酸イオン濃度が下がり、品質の良いタアサイが収穫できます。

栽培期間延長の留意点

- ・密植状態で栽培期間を延長しても草姿が乱れ、生育が不揃いとなります。
- ・冬期の地温低下とともに土壌中からの硝酸イオンの吸収量が低下します。
- ・冬期は生育が緩慢でも吸収量に見合った同化が行われるので、葉中の硝酸イオン濃度は低下します。

5. 調製

硝酸イオンの高濃度部位を除去する調製作業

大株にしておくことで、外葉を除いても収量が確保できます。

調製作業の留意点

- ・タアサイでは、新葉部より外葉部、特に黄化したような葉に硝酸イオンが多く含まれますので、これらを除きます。



収穫したタアサイ

古い葉ほど硝酸イオン濃度が高くなります。

セルリーのポット施肥、レタスの局所施肥による 硝酸イオン濃度低減化栽培マニュアル

「硝酸プロ」302
局所施肥等の新施肥方法を活用した結球レタス、
リーフレタス等の硝酸濃度低減化



問い合わせ先

長野県野菜花き試験場佐久支場

〒385-0807 長野県小諸市山浦4857-1

TEL : 0267-25-3080

E-mail : yasaikaki-saku@pref.nagano.jp

①セルリーのポット施肥による 硝酸イオン濃度低減化

セルリー硝酸イオン濃度低減化の重要ポイント

セルリー栽培ではかん水量が多く肥料が流亡しやすいことや、吸肥力が弱く効率的に肥料を吸収できないことなどから窒素の過剰施肥となり、硝酸イオン濃度が高くなりやすい傾向にありました。セルリー低硝酸イオン化には窒素肥料の適正施肥が欠かせません。しかし、今までの全面施肥では、肥切れを心配するあまり必要以上の施肥になりがちです。

ポット施肥では専用に作られた肥料をセルリーの鉢上げ時にポリポットに培養土と混合して施肥します。ポット施肥は根の限られた部分に施肥するので肥料成分が流亡しにくく、効率的に吸収されます。このため、全面施肥に比べ施肥量を減らせ、環境にやさしい栽培が行えるとともに、セルリー中の硝酸イオン濃度も低くできます。

ポット施肥の流れ

ポット施用分

セルリーポット施肥専用肥料NK906(Nとして5.6g/ポット)
ようりん (P₂O₅として5.6g/ポット)



直径10.5、12cmのポリポットへ培養土と混入



3600～4000株/10aを定植
施用量は窒素成分で約20kg/10a

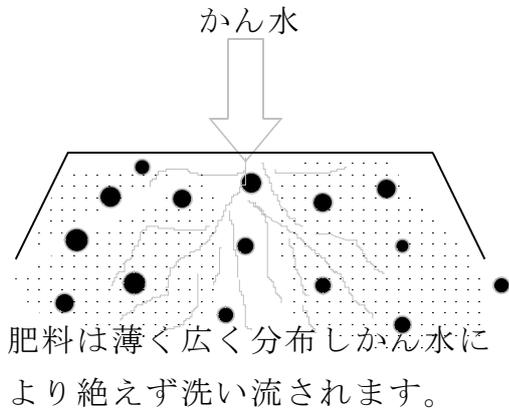
畑施用分

定植前に緩効性窒素肥料(エコロング424-70
など)により窒素成分で10kg～20kg/10aを施用

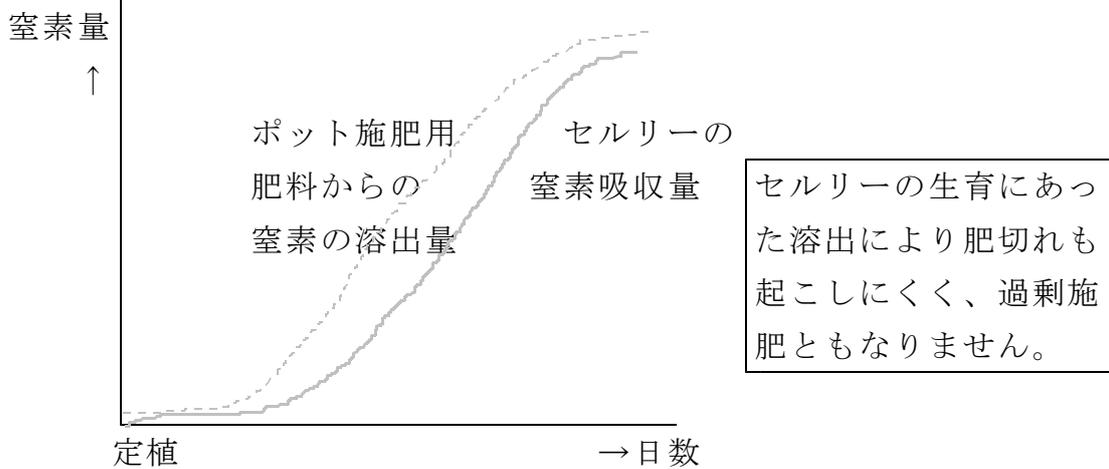
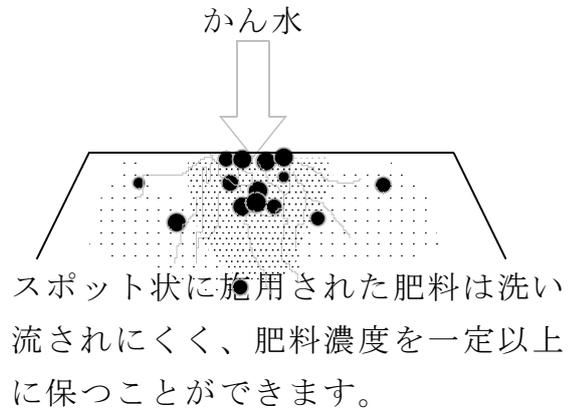
条件によっても異なりますが、ポット施肥分と畑への施肥分を合わせると窒素成分施用量は全部で30kg～40kg/10aです。

ポット施肥と慣行施肥の違い

慣行施肥・・・全面全層施肥

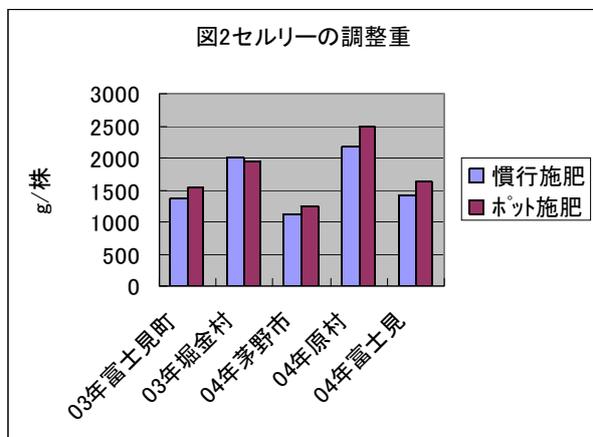
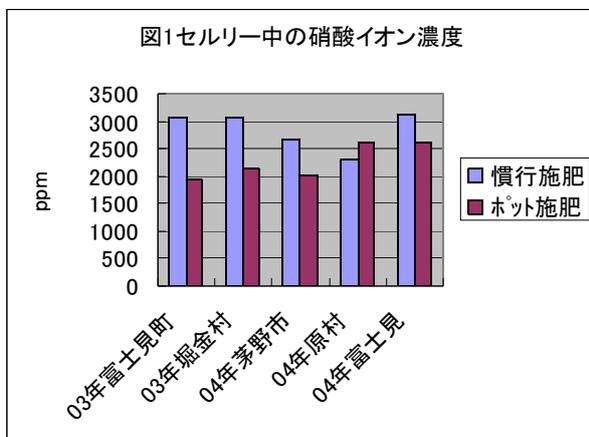


ポット施肥・・・局所施肥



ポット施肥による硝酸イオン濃度低減化の程度

慣行全面全層施肥栽培とポット施肥栽培でセルリー(品種:コーネル619)中の硝酸イオン濃度を比較すると、栽培条件にもよりますが、硝酸イオン濃度はポット施肥区が20～30%低い傾向でした(図1)。調製重は慣行区とポット施肥区は同等か若干ポット施肥区が優る傾向でした(図2)。



慣行施肥栽培が窒素過剰の場合は、ポット施肥栽培のセルリー中の硝酸イオン濃度は慣行施肥栽培に比べ大幅に低下する傾向です。しかし、慣行栽培が適正施肥の場合はセルリー中の硝酸イオン濃度の差は少なくなります。

ポット施肥の実際

ポット施肥で使う肥料

「セルリーポット施肥専用肥料NK906」（問い合わせ先：チッソ旭株式会社本社技術部 電話03-3814-6318）を用います。この肥料には窒素成分として被覆硝酸石灰のスーパーロングショウカル、加里成分として被覆塩化加里が含まれています。スーパーロングショウカルはコーティング膜により初期の窒素の溶出を極力抑えています。このため、苗は濃度障害を起こしにくく、定植してからはセルリーの生育に合わせて徐々に溶出します。

NK906にりん酸成分は含まれません。砂状または粒状のようりんを混ぜて下さい。りん酸成分は濃度障害防止のため、必ずようりんにして下さい。



セルリーポット施肥専用肥料NK-906

ようりん

肥料の量について

セルリーのポット施肥では、1ポット当たり窒素成分で5.6gを施用します。スーパーロングショウカルの溶出特性から、これ以上ポット当たりの施肥量が多いと濃度障害がでるおそれがあります。反面、ポット当たりの施肥量が少ないと株元にスポット状に施用できる量が減り、ポット施肥の魅力が薄れます。

10a当たりの窒素施用量は3600株定植する場合20.2kg、3800株定植する場合21.3kg、4000株定植する場合22.4kgです。

りん酸は成分量で1ポット当たり5.6gをようりんにより施用します。

加里はNK-906に配合されているので、窒素施用量により決まります。

ポットの大きさについて

小さなポットでは培養土に占めるポット施肥用肥料の割合が高くなり、濃度障害が起きやすいです。このため、できるだけ大きな（10.5cm以上）のポットを使い鉢上げします。1ポット当たりの培養土必要量は、10.5cmポットで410ml、12cmポットで790mlです（日本ポリオレフィン製ポット実測値）。

表1 10.5cmポット 1a分の培養土と肥料の必要量（例）

ポットへの 詰め具合	植え付け 株数	培養土必 要量 ^{リットル}	NK906 kg	ようりん kg	培養土出来 上がり量 ^{リットル}
満杯	360株	148	22.4	10.1	173
	380株	155	23.6	10.6	182
	400株	164	24.9	11.2	192

培養土の必要量やできあがり量は培養土の種類や、ポットメーカーの違いにより増減するので、実際の作業の中で調整します。

培養土について

ポット施肥ではポット中に肥料が大量に入っていますが、初期の溶出はごくわずかに抑えられています。しかし、培養土と混ぜてから30～40日後には溶出量が増えます。無肥料培養土にポット施肥して育苗すると初期の肥料の溶出が少ないため生育が劣る場合があります。

逆に、肥料分の多い培養土にポット施肥して育苗すると、育苗後半に元々含まれている培養土中の肥料と、ポット施肥した肥料の両方から肥料が効いて、濃度障害や徒長のおそれがあります。ポット施肥には、生育初期にはある程度の肥効があり、後半には肥切れするような培養土が適しています。

液肥も濃度障害を招くおそれがあるので過剰には施用しないで下さい。肥切れが予想される場合のみ、慎重に行います。

肥料と培養土との混合について

市販の培養土混合機を利用しますが、コンクリートミキサーのようなすりつけて混ぜるタイプ（平型）は避けて下さい。平型混合機は肥料のコーティング膜を傷つけるおそれがあります。洗濯機の乾燥ドラムのようなしくみの混合機（回転式）は上下に自然落下させて混合するので、コーティング膜を傷つけにくく、ポット施肥に適応します。回転式の混合機は、次のホームページで紹介されています。

(一例) <http://www.kumagai-nouki.co.jp/>

混合時間は培養土の状態により異なりますが、通常2～3分です。



回転式混合機熊谷農機K-187AC

肥料と培養土との混合時期について

ポット施肥用肥料と培養土を混合したら、2週間以内に鉢上げします。

培養土と混合した後の30～40日間の窒素溶出量は低く抑えられていますが、それ以降は徐々に溶出量が多くなり濃度障害を起こしやすくなります。ポット施肥用肥料からの肥料の溶出は水分や、温度によって変わるので、鉢上げするまではなるべく培養土の水分を低くして、温度の低い場所において下さい。

育苗中の注意事項



ポット施肥で育苗した苗の生育は、慣行育苗に比べ異なることがあります。生育の様子を観察し、苗の老化に注意して下さい。

余裕を持ってならしを始め、移植から活着までの植え傷みを最小限とします。



定植適期苗

ほ場定植直後

畑に直接施用する肥料の種類と量について

ポットに施用できる窒素量には濃度障害の関係から限りがあります。畑にはエコロング424-70などの緩効性窒素肥料を10a当たり窒素成分量で10kg～20kg施用して下さい。施肥はマルチ前の耕うん時に行います。窒素成分施用量は地力や畑の状態により加減して下さい。

畑での栽培中の注意事項

- ① コーティング肥料からの溶出は、干ばつにより影響を受ける場合がありますので、かん水は慣行と同様に行います。ポット施肥は頭上かん水する栽培法に適しています。畝間かん水では、施肥位置である株元に水が届きにくいいため肥効が不安定になる場合があります
- ② ポット施肥でも慣行と同様の有機質による土づくりをしてください。
- ③ ポット施肥は追肥を前提にはしていませんが、畑の肥沃土や天候によっては追肥が必要になる場合があります。追肥のタイミングや量は株の生育をみながら行ないます。



収穫直前の様子

調製した株

②レタスの硝酸イオン濃度低減化

レタス低硝酸イオン化の重要ポイント

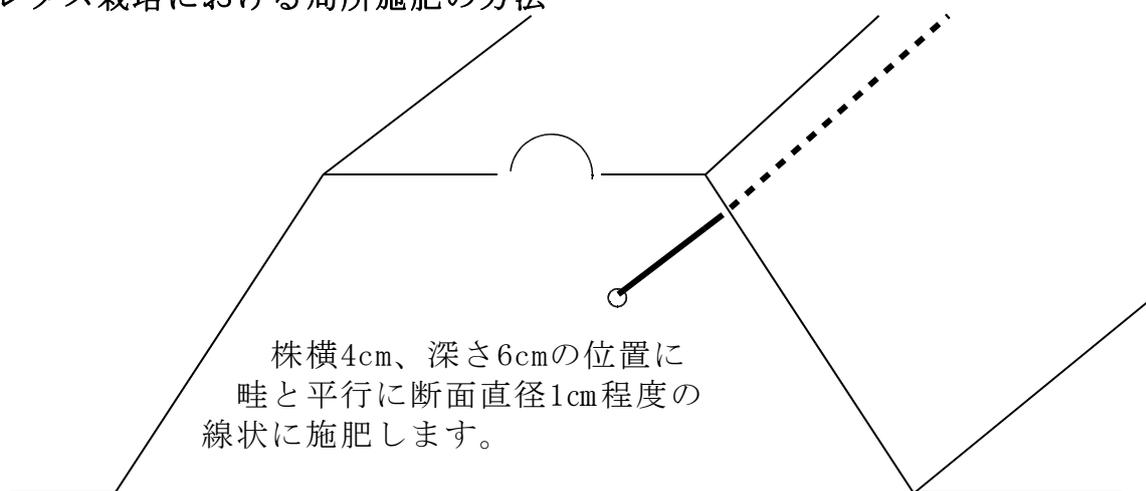
レタス中の硝酸イオン濃度は窒素の施用量が過剰になると増加します。このため窒素の適正施肥がレタス低硝酸イオン化の重要ポイントです。



局所施肥は根の限られた部分に施肥するので肥料成分が流亡しにくく、効率的に吸収されます。このため、全面施肥に比べ施肥量を減らせ、環境にやさしい栽培が行えるとともに、レタス中の硝酸イオン濃度も低くできます。

局所施肥栽培では、慣行の全面全層施肥栽培の施肥量から20～30%減肥します。収量は慣行と同程度で、調製部の硝酸イオン濃度も低くできます。

レタス栽培における局所施肥の方法



第1図 局所施肥の方法



全面マルチ・局所施肥作業



レタスにおける局所施肥位置
株横4cm、深さ6cmの位置に施用

レタス局所施肥栽培時の注意事項

局所施肥はニプロ全面マルチZF-200P用施肥機等の線状に施肥できる機械を用います。

レタス局所施肥栽培では肥料はエコロング424-70、シグマコートS200-2.5M等の緩効性の肥効調節型肥料を用います。速効性肥料は濃度障害が起きるおそれがあるので用いません。



レタスの局所施肥法は、全面マルチ栽培を前提として開発されました。全面マルチ作業と同時に局所施肥を行う作業体系を取っています。



施肥筒先端部分は畦成型器に固定されているため定植位置から常に一定位置に施肥されます。



局所施肥機の施肥筒先端部分には麦等の根が絡まりやすいので、局所施肥を予定する畑では、緑肥は早めに鋤込み、分解を促して下さい。



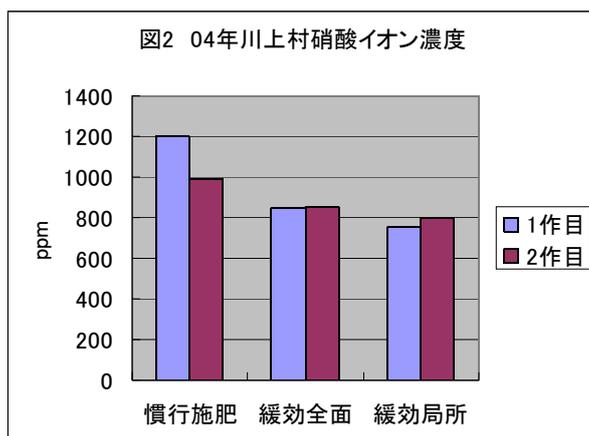
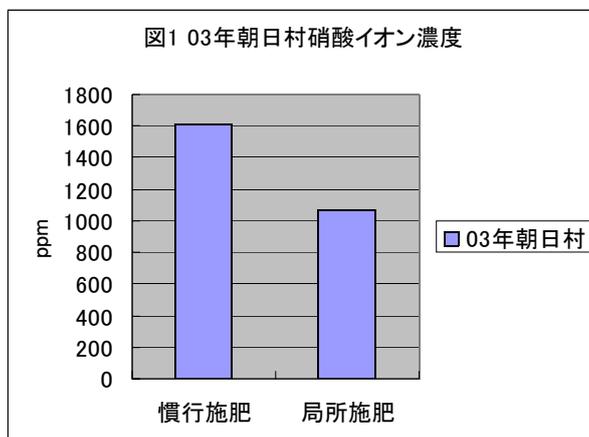
局所施肥栽培後の根の張りの様子です。



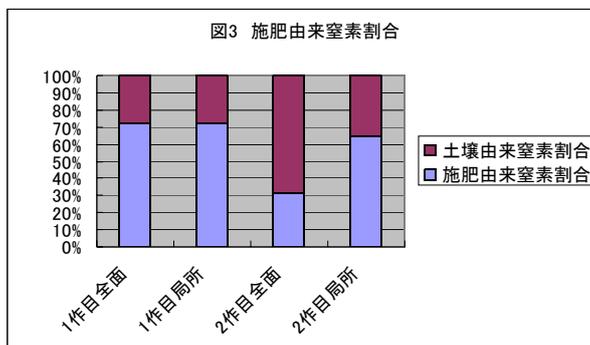
肥料を根が筒状に取り囲んでいます

局所施肥による硝酸イオン濃度低減化の程度

緩効の全面全層施肥と局所施肥でレタス中の硝酸イオン濃度を比較すると、栽培条件にもよりますが、レタス中の硝酸イオン濃度は局所施肥区が20～30%低下する傾向でした（図1、2）（品種：03年ラプトル、04年マイヤー）。



重窒素を用い、2作1回施肥栽培でレタス（品種：Vレタス）に吸収された窒素の内、土壌由来の窒素が多いか、施肥由来の窒素が多いかを調べた結果、1作目は差が少なかったものの、2作目は局所施肥区で施肥由来窒素の割合が高く、局所施肥の施肥効率の高さが伺えます（図3）。



調製法によるレタスの硝酸イオン濃度低減化

レタスなどの結球野菜の硝酸イオン濃度は、外葉部で高く結球部の内側ほど低くなる傾向があります（表1）。

表1 結球レタス中の硝酸イオン濃度 ppm 2003年佐久支場

←外部						内部→	
1枚	6枚	11枚	16枚	21枚	25~42.3枚	芯	株全体
3220	1880	1660	1070	720	610	1210	1390

品種:Vレタス、外葉10.4枚、総葉数42.3枚、但し枯死脱落葉は除く

外葉をなるべく付けないで調製すると、若干調製重が軽くなるものの、出荷物中の硝酸イオン濃度を低下することができます（第2表）。

表2 調製法別硝酸イオン濃度 2003年佐久支場

調製法	新鮮重 g	指 数 %	硝酸イオン濃度 ppm	指 数 %
結球部のみ	404	85.4(-14.6)	1020	92.3(-7.7)
結球部+外葉1枚	437	92.4(-7.6)	1070	96.0(-4.0)
結球部+外葉2枚	473	100	1110	100

品種:Vレタス、() は結球部+外葉2枚に対する低減度
各種レタスの硝酸イオン濃度

- ①収穫部の硝酸イオン濃度は、外葉部の1/3~1/2程度です。
- ②赤系リーフレタスは他の種類のレタスと比べ、硝酸イオン濃度が高い傾向にあります。
- ③結球レタスはリーフレタスに比べ硝酸イオン濃度が低く、特に収穫部は低い傾向にあります。

表3 各種レタスの硝酸イオン濃度 ppm 2002年佐久支場

	収穫部	外葉部	株全体
結球レタス	880	2610	1450
赤系リーフレタス	1860	3790	2310
青系リーフレタス	1530	2680	1830
ロメインレタス	1250	2490	1660

各4品種の平均値

③ RQフレックスによる レタス、セルリー中の 硝酸イオン濃度の測定法

①試料の調製

用意するもの

- ①ミキサー（家庭用で可） ②駒込ピペット ③容器（フラスコ、ビーカー等）
- ④蒸留水 ⑤包丁、まないた ⑥はかり

*ほ場3～5カ所より平均的な株をサンプリングします。

各個体の1/4～1/8程度を切り取ります



正確に秤量して、等量の水を
あわせてミキサーにかけます。

（十分摩砕されるまで）



懸濁液を駒込ピペットで採取し、フラスコ・
ビーカー等に2.0g正確に量り取ります。*



試料と合わせて20gになるよう蒸留水を加えます。
（10倍量の水を加え、あわせて20倍希釈となります）



RQフレックスで測定します。

・単位は硝酸イオン(NO_3^-)としてmg/kgFW**とします。

*約2g程度量り、正確に読みとり10倍になるように蒸留水を加えてもいいです。
（例えば2.06g量り取った場合、あわせて20.6gになるように蒸留水を加えます。）

**FW:Fresh Weight 新鮮物重量



RQフレックス本体と硝酸試験紙

RQフレックス使用上の注意事項

- 1 RQフレックス試験紙は、高温で保管すると値が高く表示される可能性があるため、車などに入れて放置しないでください。
- 2 試験紙はロット間で値が異なる場合があるので、比較する場合出来るだけ同じロットの試験紙を使って下さい。
- 3 測定する日の最初にキャリブレーションを行います。また、測定した後はアダプター部を洗ってください。反射板は汚れが落ちなくなったら交換します。
- 4 本体部分は水につけないで下さい。

計算方法

硝酸イオン濃度 NO_3^- (mg/kg) = RQフレックス読み値 × 試料調製時の稀釈倍率
窒素濃度 $\text{NO}_3\text{-N}$ (mg/kg) = 硝酸イオン濃度 NO_3^- × 0.226

硝酸濃度低減化のための ニラの栽培マニュアル

「硝酸プロ」 304

課題名：土壌中窒素制御技術を活用したニラ等の硝酸イオン濃度低減化



問い合わせ先
栃木県農業試験場
園芸技術部野菜研究室
環境技術部土壌作物栄養研究室

連絡先

栃木県宇都宮市瓦谷町1080

栃木県農業試験場園芸技術部野菜研究室

〃

環境技術部土壌作物栄養研究室

電話 028-665-7142

028-665-7072

1. 硝酸濃度低減化のためのニラ栽培マニュアル

1) はじめに

本県の地域特産野菜であるニラは、餃子などの材料として、また鍋物の具材として幅広く消費されています。ニラは硫化アリルを含有し新陳代謝を活発にしたり、糖尿病、高血圧や動脈硬化の予防など生活習慣病の予防に効果の高い野菜として注目されています。しかし、定植から収穫終了まで2～3年を要するうえ、給肥力が高いことから堆肥の多投入、基肥や追肥の施肥過多の傾向にあり、葉中の硝酸塩蓄積が懸念されています。

硝酸塩の蓄積原因の一つとして、過剰施肥がありますが、必要以上減肥した場合収量や品質の低下を招きます。この栽培マニュアルでは堆肥を有効利用しつつ、できる限り肥料由来の窒素を減らし、収量や品質を維持しながら葉中硝酸塩を低減する方法を研究しましたので、参考に供していただければ幸いです。

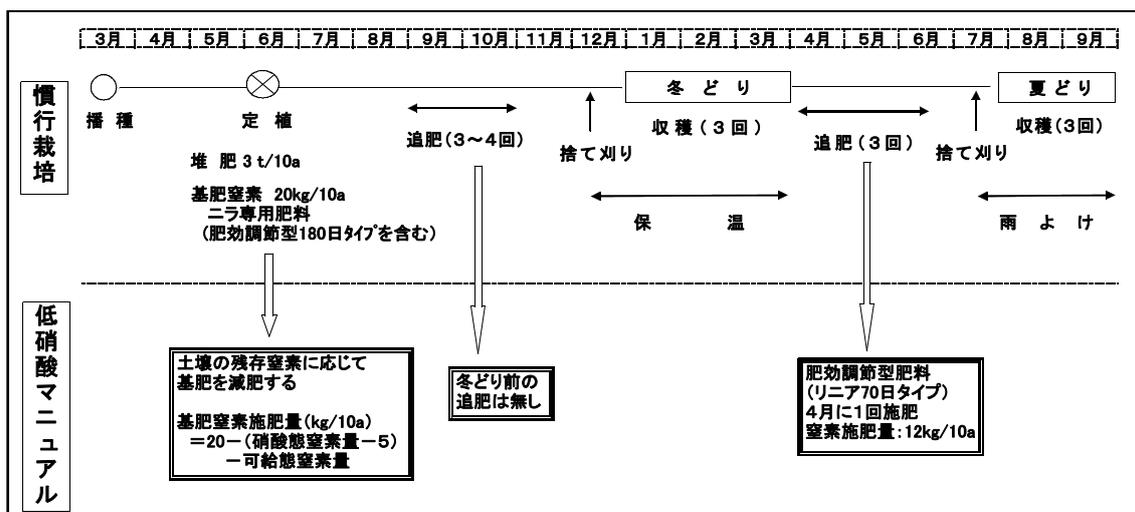
2) 最重要ポイント

基肥はニラ専用肥料（肥効調節型肥料180日タイプを含む）とし、冬どり前は追肥せず、2年株の夏どり前には追肥する。

↓

収量は低下しないが、葉中硝酸イオン濃度は半減する。

低硝酸ニラの栽培歴



4) マニュアルによる栽培成果

(試験成績からの試算値)

		ニラの葉中硝酸イオン濃度 (mg/kgFW)	収量 (kg/10a)
冬どり	マニュアル	340	3600
	慣行栽培	1000	4000
夏どり	マニュアル	180	4000
	慣行栽培	2400	6500

【マニュアルによる栽培は、目標の3000kg/10aを確保でき、硝酸イオン濃度も低下する。】

2. 成果の概要

1) 基肥

「基肥量は、土壌診断を実施し、残存している硝酸態窒素量と可給態窒素量に応じて減肥する」

基肥を土壌の残存窒素量に応じて減肥¹⁾することで、夏どり栽培では葉中の硝酸イオン濃度は慣行に比べて低下し、いずれの作型でも収量及び品質に差はない。

注1) 基肥窒素施用量(kg/10a) = 20 - (硝酸態窒素量 - 5) - 可給態窒素量

(硝酸態窒素量 - 5) : 栃木県の施肥基準に準じた。

【土壌中の残存窒素分を基肥から減肥して施用すると、夏どり栽培では硝酸イオン濃度が低下する。】

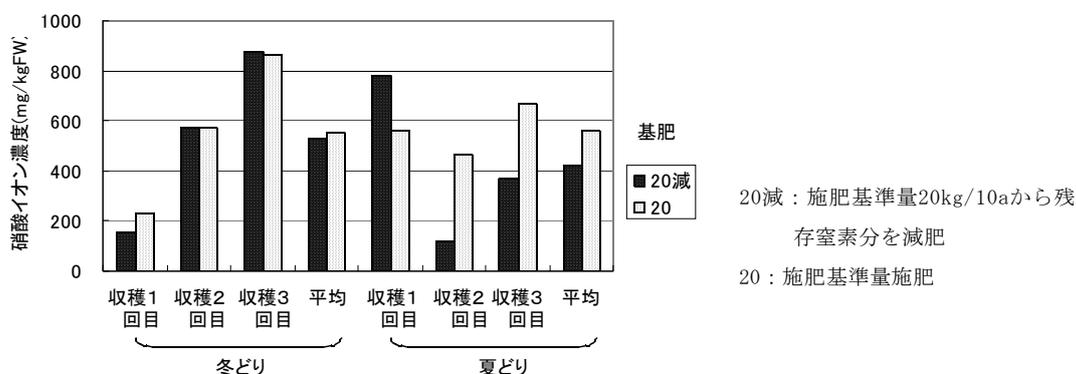


図1 基肥減肥による葉中硝酸イオン濃度

供試品種：スーパーグリーンベルト。

【土壌中の残存窒素分を基肥から減肥して施用しても、収量・品質はかわらない。】

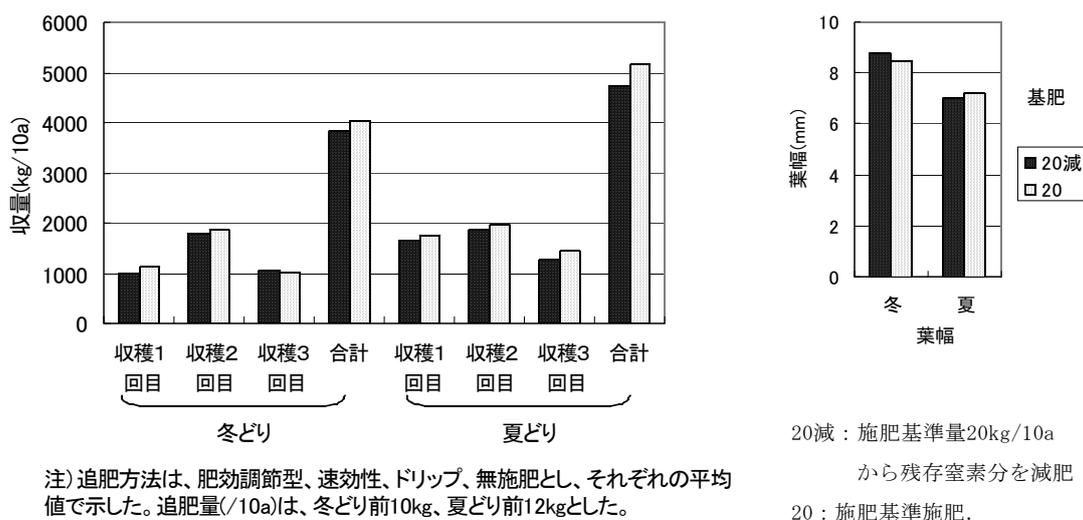


図2 基肥減肥による収量および品質

供試品種：スーパーグリーンベルト。

2) 株養成期の雨よけ

「株養成期には雨よけをしない」

株養成期に雨よけをすると、葉中硝酸イオン濃度は大幅に増加する。また、株養成期に雨よけをしても増収効果は無い。

【冬どりでは株養成期に雨よけをすると、硝酸イオン濃度は高まり増収効果もない。】

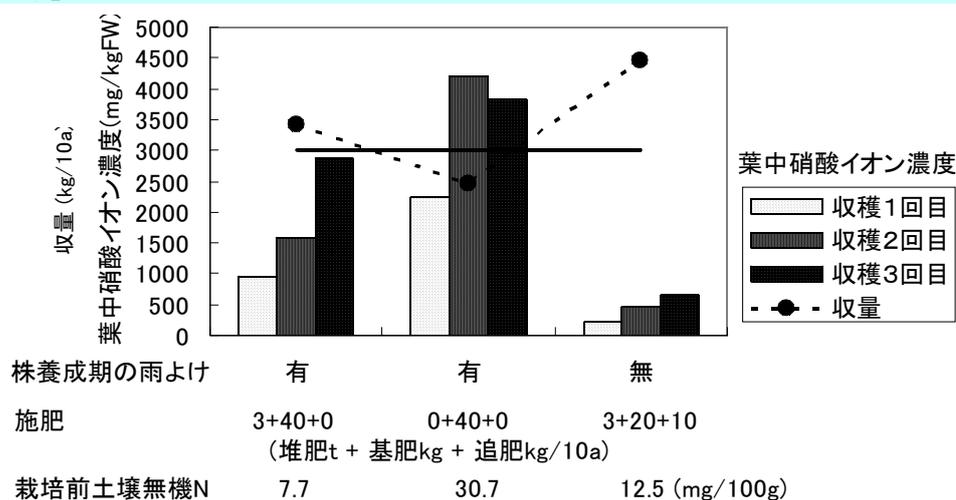


図3 冬どりにおける株養成期雨よけの有無と葉中硝酸イオン濃度

供試品種：スーパーグリーンベルト。

【夏どりでも株養成期に雨よけをすると、硝酸イオン濃度は高まり増収効果もない。】

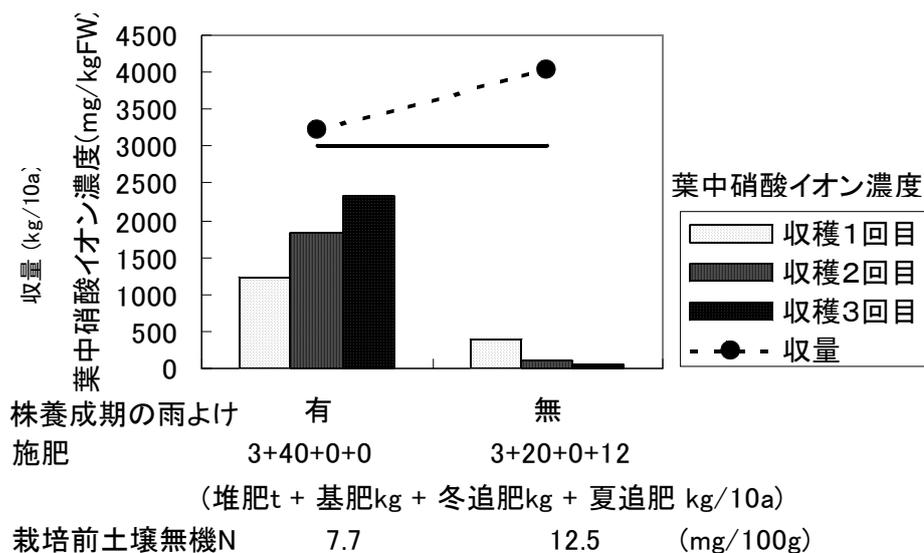


図4 夏どりにおける株養成期雨よけの有無と葉中硝酸イオン濃度

供試品種：スーパーグリーンベルト。

3) 追肥の有無

「冬どり前は追肥せず、2年目の夏どり前には追肥する」

冬どりでは、株養成期に無追肥で目標収量(3 t /10a)以上が確保でき、葉中の硝酸イオン濃度は、追肥施用に比べて大幅に低減できる。その後、2年株の夏どりでは、株養成期に追肥することで目標収量が確保できるとともに、葉中の硝酸イオン濃度は、慣行栽培（冬どり前および夏どり前追肥）に比べ半減する。ただし、冬どり前および夏どり前とも追肥なしでは、降雨による窒素の流亡があり、夏どりの収量確保がむずかしい。

【冬どり前株養成期の追肥により硝酸イオン濃度は高まる。】

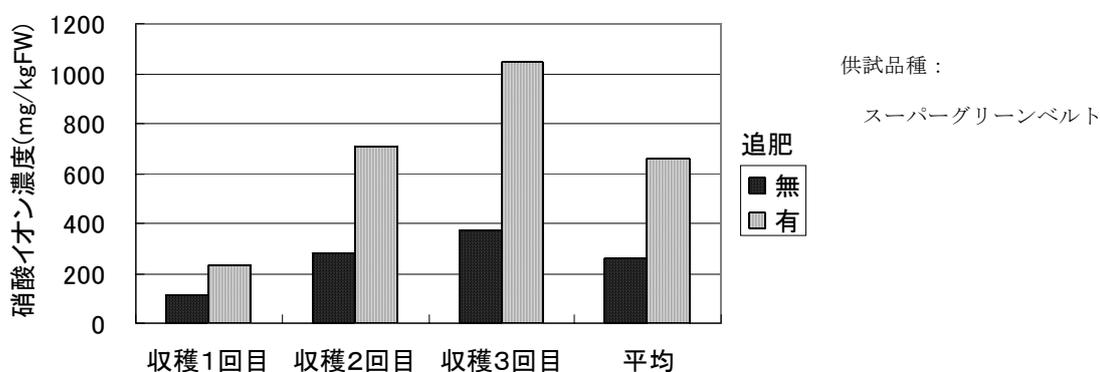
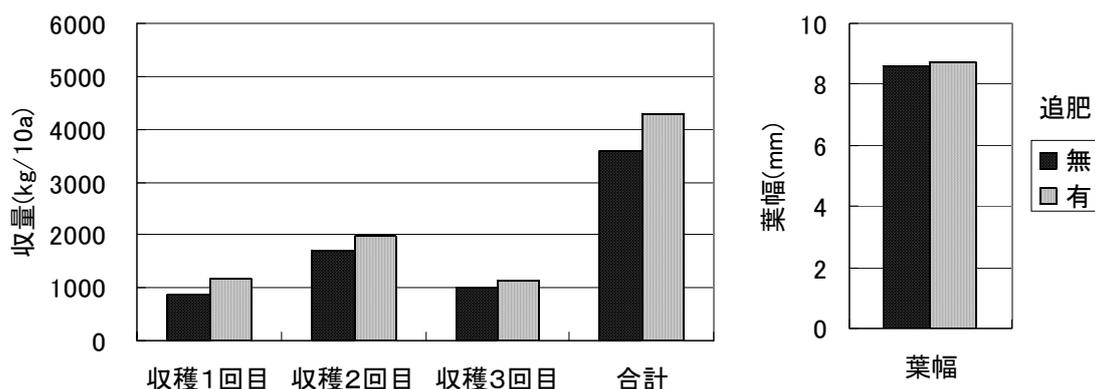


図5 冬どりにおける追肥の有無と葉中硝酸イオン濃度

【冬どり前株養成期の追肥有無により収量・品質はかわらない。】



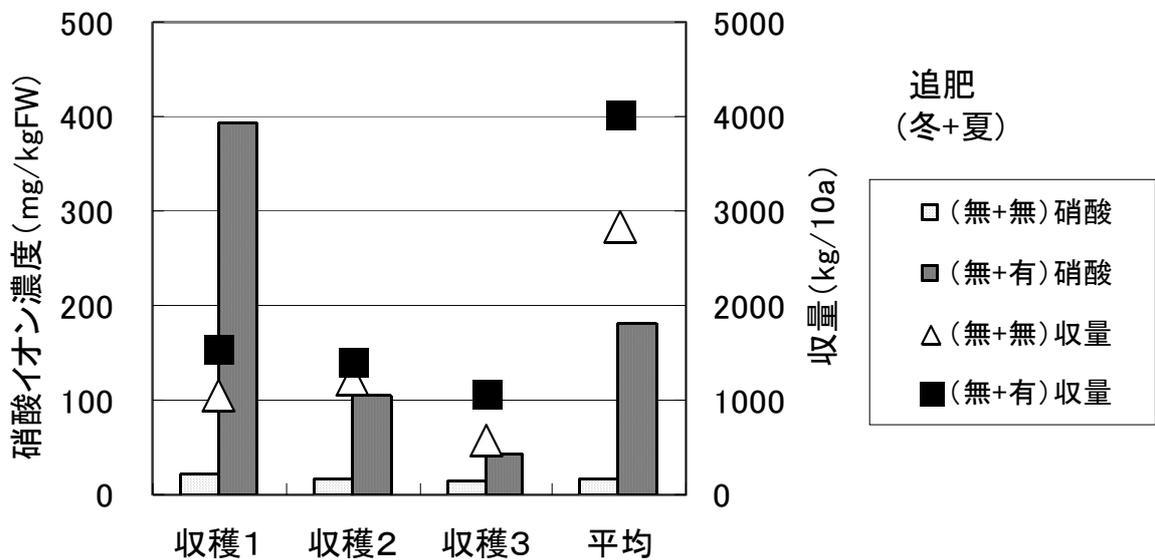
注) 基肥量(/10a)は20kgおよび20減(8.3kg)として栽培し、その平均値で示した。

追肥有の追肥は速効性窒素で10kg施肥した。

図6 冬どりにおける追肥の有無と収量および品質

供試品種：スーパーグリーンベルト

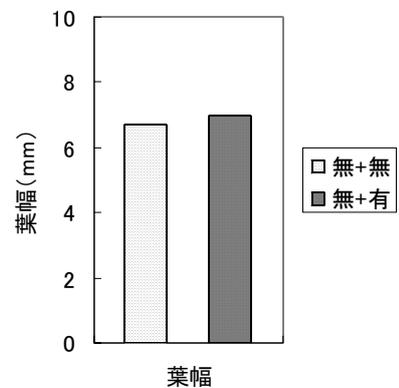
【夏どり前株養成期に追肥しないと硝酸イオン濃度は下がるが収量も低下する。夏どりに追肥することにより、硝酸イオン濃度は200mg/kgFW未満のまま十分な収量が確保される。】



注) 基肥量(kg/10a) は無+無で8.3kg、無+有は20kgであった。
追肥方法: 速効性窒素を用い、冬どり前10kg/10a、夏どり前12kg/10a施用。

図7 夏どりにおける追肥の有無とニラの葉中硝酸イオン濃度及び収量

供試品種: スーパーグリーンベルト。



4) 追肥の方法

「夏どり前の追肥は、肥効調節型肥料（緩効性肥料）で施肥する」

夏どり前の追肥は、肥効調節型肥料（70日タイプの緩効性肥料）を使用すると、速効性肥料を分施する慣行栽培に比べて、葉中硝酸イオン濃度は少しではあるが低減できる。また、収量は変わらず施肥作業は省力化される。

【夏どり前株養成期の追肥方法は、肥効調節型肥料（緩効性肥料）を使用するとドリップ給液や速効性肥料より硝酸イオン濃度が上がらない。】

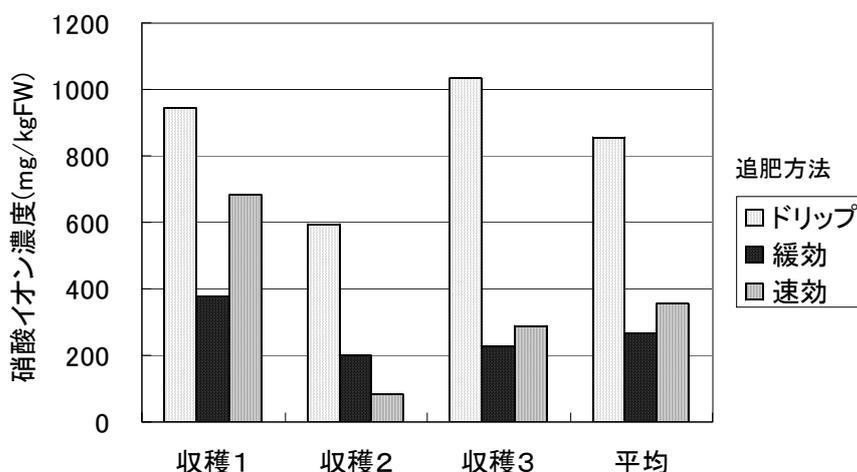
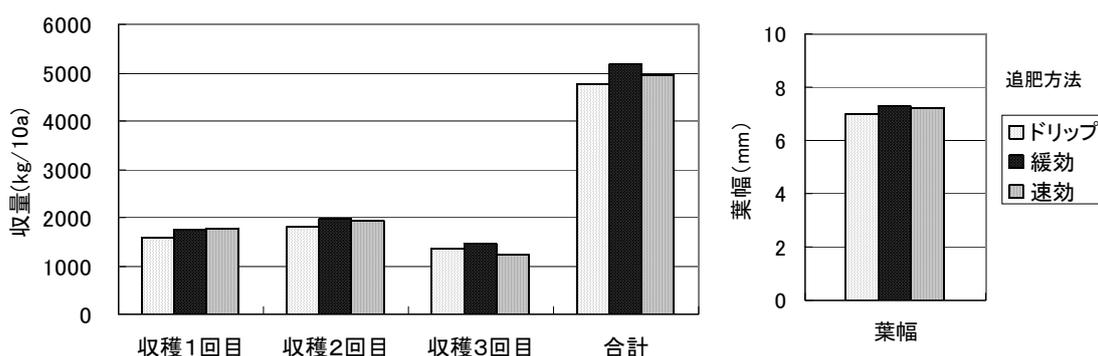


図8 夏どりにおける追肥方法とニラの葉中硝酸イオン濃度

供試品種：スーパーグリーンベルト。



注) 基肥量(kg/10a)は20kg及び8.3kgで栽培し、その平均で示した。
追肥は冬どり前に10kg/10a、夏どり前に12kg/10a施用した。

【夏どり前株養成期の追肥方法による収量・品質の差は見られない。】

図9 夏どりにおける追肥方法と収量および品質

供試品種：スーパーグリーンベルト。

3. 参考資料

1) 現地実態調査

「農家で栽培されているニラの葉中硝酸イオン濃度の実態調査」

冬どりで10戸、夏どりで11戸の農家で栽培されたニラの葉中硝酸イオン濃度を測定した。

【現地の冬どりニラは、500～1000mg/FW程度の硝酸イオン濃度であった。】

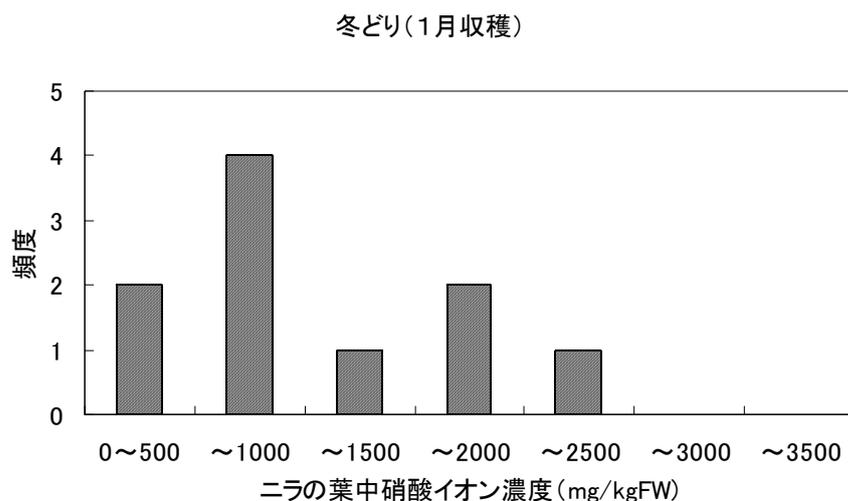


図10 現地調査(冬どり) 品種：スーパーグリーンベルト.

【現地の夏どりニラは、冬どりと比較して硝酸イオン濃度が高かった。】

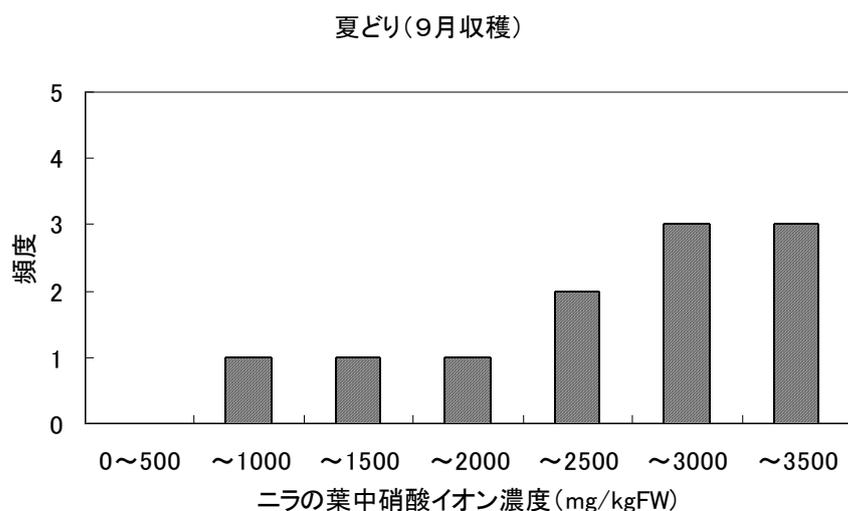


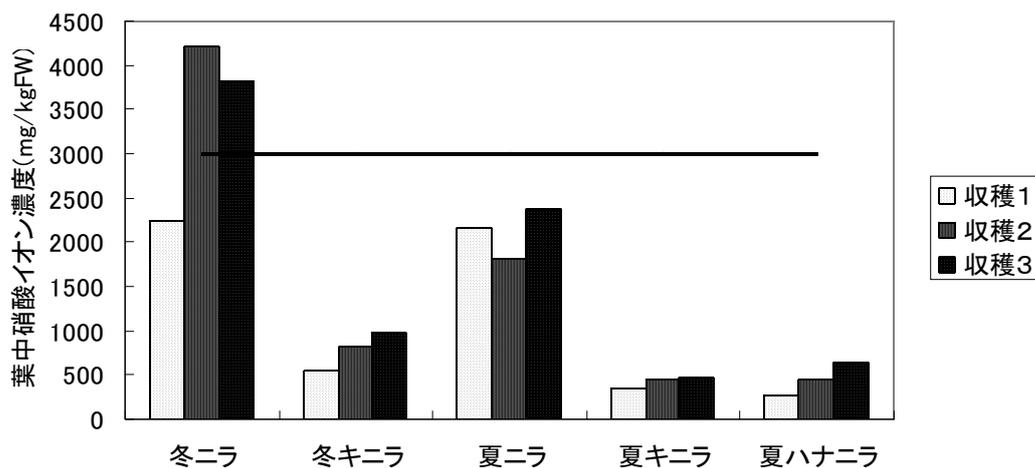
図11 現地調査(冬どり) 品種：スーパーグリーンベルト.

2) キニラとハナニラ

「キニラやハナニラは、硝酸イオン濃度が低い」

ニラを暗黒化で栽培した「キニラ」や花茎を利用する「ハナニラ」は、硝酸イオン濃度は低い。

【ニラと比較して、キニラとハナニラは硝酸イオン濃度が低い。】



注) 株養成期は雨よけで栽培した
栽培前の土壌中硝酸態窒素濃度: 30.7 (mg/100g)
窒素施肥量(kg/10a): 基肥 40、冬追肥 0、夏追肥 32

図12 キニラ及びハナニラの硝酸イオン濃度

適正な施肥量等肥培管理技術による 軟弱野菜の硝酸イオン濃度低減化マニュアル (シュンギク、コマツナの場合)

「硝酸プロ」305

葉面散布、クリーニングクロープ等を利用した
シュンギク、ダイコン、ニンジン等の硝酸塩濃度低減化



問い合わせ先

兵庫県立農林水産技術総合センター

部長（農林水産環境担当）

農業技術センター園芸部

〒679-0198 兵庫県加西市別府町南ノ岡甲1533

電話 (0790) 47-2418

E-mail : Kousuke_Nagai@pref.hyogo.jp

はじめに

窒素は三大栄養素の1つで、植物（作物）の生長に不可欠な栄養源です。中でも畑作物は硝酸の形態で、窒素を作物体内に取り入れます。それで、もし、窒素が不足すると作物の生育が著しく劣ります。しかしながら、野菜の中でも、特に軟弱野菜には比較的硝酸イオン濃度の高い品目が多いので、その濃度を低くする技術が求められています。

そこで、葉面散布剤や肥料の種類、量等の肥培管理技術が軟弱野菜の硝酸イオン濃度に及ぼす影響を検討します。また、養分の集積したほ場の硝酸態窒素含量を下げるクリーニングクroppや減肥料などの手法について検討します。これらを組み合わせることにより、軟弱野菜の低硝酸化技術を確立します。

I 葉面散布、土壌施用資材を利用した軟弱野菜の低硝酸化

比較的効果の認められるもの

葉面散布資材：ステビア濃縮剤、植物ホルモン剤など

土壌施用資材：ステビア乾燥材、微生物資材など

使用法：

- ①ステビア濃縮剤の300～1000倍液を収穫1週間前と2週間前の計2回、軟弱野菜が十分濡れる程度散布すると硝酸イオン濃度の低減効果が認められる。
- ②ステビア乾燥粉末材を播種前に10～50kg/10a施用すると、土壌の硝酸態窒素が減少し、軟弱野菜の硝酸イオン濃度の低減効果が認められる。
- ③土壌施用と葉面散布を組み合わせると効果は高まる。

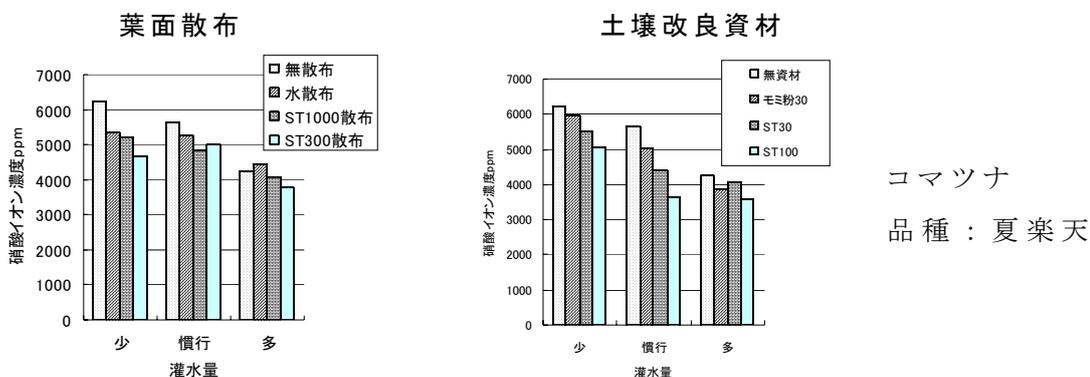


図 ステビア液の葉面散布、土壌改良資材の施用及び灌水量の多少がコマツナ葉柄部の硝酸イオン濃度に及ぼす影響

葉面散布作業の様子

使用上の留意点

葉面散布

- 1) 硝酸同化に関係する元素（Mo等）が不足している場合はその元素の散布効果が高い。
- 2) 硝酸態窒素含量の少ない土壌ほど、葉面散布の効果は高い。
- 3) 灌水量が多いほど硝酸イオン濃度は低くなるが、葉面散布の効果としては灌水量が少ない方が高い。



土壌施用資材

- 1) C/N比の高い資材には硝酸態窒素を吸着する効果がある。
- 2) 硝酸態窒素含量の少ない土壌ほど、資材施用の効果は高い。
- 3) 適切な灌水条件で、資材施用効果は高い。

II 施肥法による軟弱野菜の低硝酸化

① 肥効調節型肥料

使用法：

春（4～5月）、秋（9～11月）蒔きのコマツナでは、リニア－40～50日溶出型の肥効調節型肥料を用いると、収穫量はほとんど減少せず、硝酸イオン濃度を20～30%下げることができる。

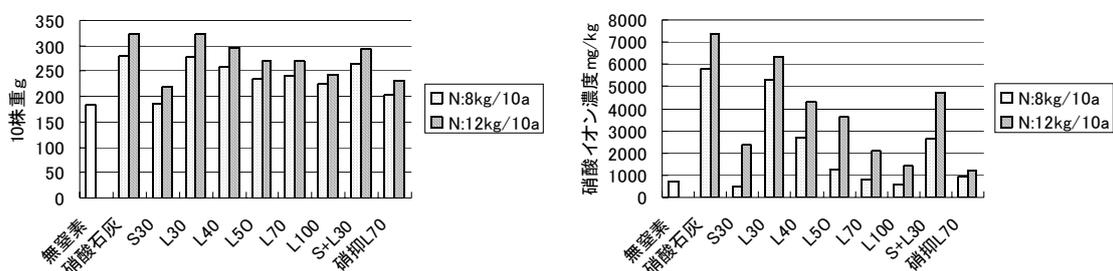


図 肥効調節型肥料がコマツナの生育並びに葉柄部の硝酸イオン濃度に及ぼす影響

品種：夏楽天（土壌のEC：0.14dS/m、硝酸態N:1.15mg/100g）

S30：シグモイド30日溶出タイプ、L30～100：リニア－30～100日溶出タイプ、

S+L30：S30とL30を各半量、硝抑L70：硝酸化成抑制型L70



使用上の留意点

- 1) コマツナ収穫後の土壌中の窒素の残存量は施肥量が8g/10aの場合ではリニア－型40日、50日が10%以下で、施肥量が12kg/10aの場合にはリニア－型40日が約10%、50日が15～20%である。
- 2) 硝酸態窒素含量が5mg/100g以下の土壌では、肥効調節型肥料の効果は高い。

II 施肥法による軟弱野菜の低硝酸化

②局所施肥

使用法：

4月下旬蒔きのコマツナにおいて、局所施肥（全層施肥の25%減肥）を行えば、収穫適期の5月下旬には株重は全層施肥に比べて若干少ないものの、硝酸イオン濃度は全層施肥に比べて約20%下げることができる。

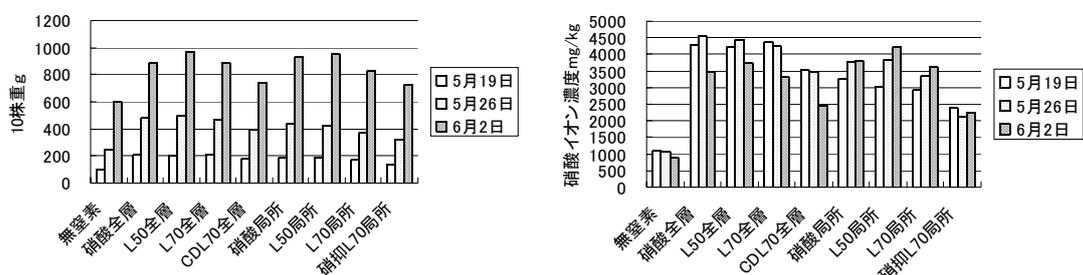


図 肥効調節型肥料、局所施肥がコマツナの生育並びに硝酸イオン濃度に及ぼす影響

品種：夏楽天（土壌のEC：0.385dS/m、硝酸態N：4.32mg/100g）

L50, 70：リアー50, 70日溶出タイプ、硝抑L70：硝酸化成抑制型L70、

窒素施肥量は全層施肥8kg/10a、局所施肥6kg/10a



奥：局所施肥

手前：全層施肥

使用上の留意点

- 1) 局所施肥の施肥位置は条間20cmの中間、深さ5～7cm部位とする。
- 2) 硝酸態窒素含量が5mg/100g以下の土壌では、初期生育が劣る場合がある。

Ⅲ 塩類集積ほ場における土壌の硝酸態窒素軽減化

① クリーニングクロープ

使用法：

野菜も無肥料栽培することにより、クリーニングクロープとして利用できる。

コマツナ、ハクサイ、カラシナの順に窒素、リン酸、カリの養分吸収量は高い。

表1 クリーニングクロープの収量と養分吸収量(kg/a)

作物	生鮮重	全-N	全-P	全-K
カラシナ	168	1.53	0.217	2.44
コマツナ	511	2.96	0.517	5.25
ハクサイ	489	2.68	0.513	4.38

カラシナ（品種：中国カラシナ）コマツナ（品種：みなみ）ハクサイ（品種：はるさかり）

表2 クリーニングによる土壌の変化

調査時期	EC(1:5)	全-N	NO3-N	可給態P2O5	交換性K2O
	mS/m	%	mg/100g	mg/100g	mg/100g
クリーニング前	32.3	0.358	4.27	210.7	95.4
カラシナ跡	21.5	0.350	0.03	213.5	80.7
コマツナ跡	20.3	0.346	0.21	209.9	78.6
ハクサイ跡	21.8	0.332	1.48	192.3	73.8



使用上の留意点

軟弱野菜は生育後半、特に収穫期の養分吸収量が高く、クリーニング効果は高い。しかしながら、収穫適期を過ぎると野菜としての、価値が低下する場合がありますので、換金作物の場合は注意する必要があります。

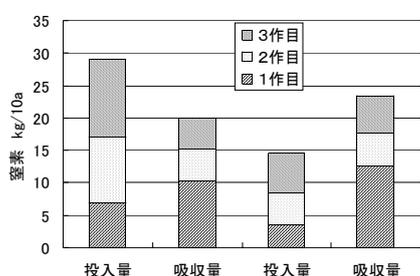
Ⅲ 塩類集積ほ場における土壌の硝酸態窒素軽減化

② 減肥料栽培

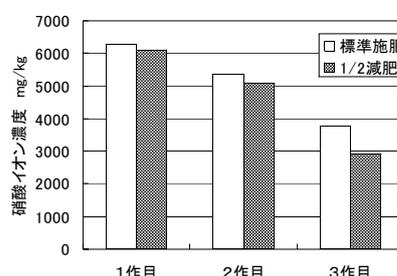
使用法：

土壌の腐植含量が5%以上で、硝酸態窒素含量が10mg/100g以上の塩類集積ほ場では、1/2減肥栽培しても生産性の低下は認められず、減肥栽培を継続することで、野菜の硝酸イオン濃度の低減並びに生理障害の発生抑制効果がある。さらに、減肥栽培では投入窒素施肥量以上の作物体による吸収があり、土壌の養分集積が軽減できる。

投入窒素施肥量と吸収量



軟弱野菜の硝酸イオン濃度



標準施肥 1/2減肥

1作目：コマツナ（品種；楽天）播種8月16日、収穫9月10日
 2作目：シュンギク（品種；大葉春菊）播種9月20日、収穫11月7日
 3作目：シュンギク（品種；大葉春菊）播種11月15日、収穫1月11日

表 土壌の化学性の変化

		試験開始前		
		3作目の収穫後		
		標準施肥	1/2減肥	
pH		6.4	6.6	6.8
EC(1:5)	dS/m	2.39	1.98	1.45
NO ₃ -N	mg/100g	73.5	58.4	26.7
P2O ₅	mg/100g	338	324	287
K ₂ O	mg/100g	168	140	112
CaO	mg/100g	669	622	598
MgO	mg/100g	176	164	160
全窒素	%	0.58	0.55	0.51
腐植	%	11.1	10.8	10.8



左：1/2 減肥

右：標準施肥

使用上の留意点

- 1) 野菜の硝酸イオン濃度は減肥料栽培を続けることにより、養分集積ほ場でも低下させることができる。
- 2) 土壌の腐植含量が5%未満で、硝酸態窒素含量が10mg/100g未満の場合は、生育不良を起こす可能性があるため、施肥前に土壌の腐植含量、硝酸態窒素量を把握しておく必要がある。

参考資料

【施設軟弱野菜の硝酸イオン濃度を低下するための施肥量の考え方】

- 1) 土壌分析の励行 (pH, EC, 硝酸態窒素)
- 2) 土壌の硝酸態窒素について、適切な範囲 (5~15mg/100g) を維持
- 3) 養分集積ほ場では養分除去
- 4) 堆肥の窒素養分も考慮
(例：軟弱野菜では投入堆肥から吸収されると推定される窒素量は、1作目が投入堆肥の窒素量の約10%、2作目、3作目が約5%程度)。

☆元肥前に作土層の土壌を分析し、土壌に含まれる硝酸態窒素の量と腐植含量に応じて、窒素施肥量を定める。

(4~9月播種type)

(10~3月播種type)

腐植	硝酸態窒素mg/100gD.W.			腐植	硝酸態窒素mg/100gD.W.		
	0~10	10~20	20以上		0~10	10~20	20以上
5%以上	1/2	1/4	0	5%以上	1	3/4	1/2
5%未満	1/1	3/4	1/2	5%未満	4/3	1	3/4

夏作の窒素の県の施肥基準を1をした。

兵庫県の環境に配慮した窒素施肥基準 (H15年2月作成)

チンゲンサイ、コマツナ、シロナは8kg/10a

シュンギク、ミズナは8kg/10a

ハウレンソウ、ネギは15kg/10a

軟弱野菜の硝酸イオン濃度測定法

手順

- ①葉身と葉柄を分ける（写真A）
- ②葉身と葉柄を別々にミキサーでホモジナイズ（均一化）する（写真B）



写真A



写真B

- ③ホモジナイズした液を50～70倍に希釈する（写真C）
- ④試験紙を希釈液に約2秒浸し、RQフレックスで測定する（写真D）



写真C



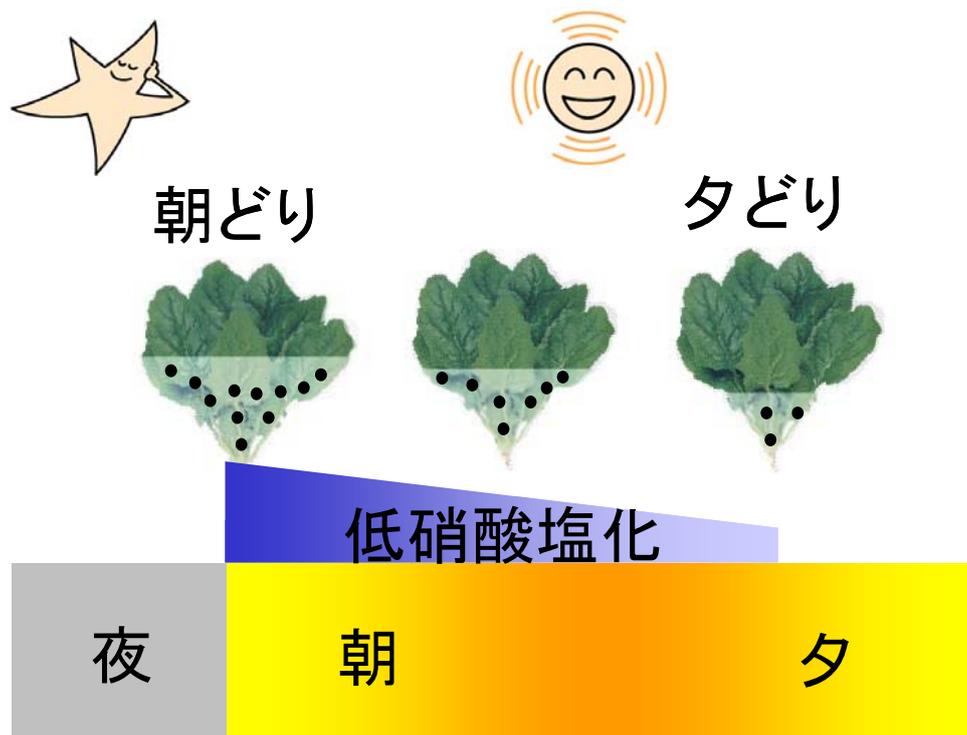
写真D

- ⑤地上部全体の硝酸イオン濃度は下の式を用いて換算する
全体の硝酸イオン濃度 = (葉柄部の硝酸イオン濃度) × (葉柄部の割合)
+ (葉身部の硝酸イオン濃度) × (葉身部の割合)

夕どりによるコマツナ・ホウレンソウの低硝酸塩化

「硝酸プロ」311

夕どりを活用したホウレンソウ等の硝酸塩濃度低減化



夕どりによる低硝酸塩化の模式図

●は硝酸塩

問い合わせ先

北海道立 花・野菜技術センター
研究部 園芸環境科
野菜科

〒073-0026 北海道東滝川 735 番地

Tel:0125-28-2800

Fax:0125-28-2299

E-mail:fujikujj@agri.pref.hokkaido.jp

1. はじめに

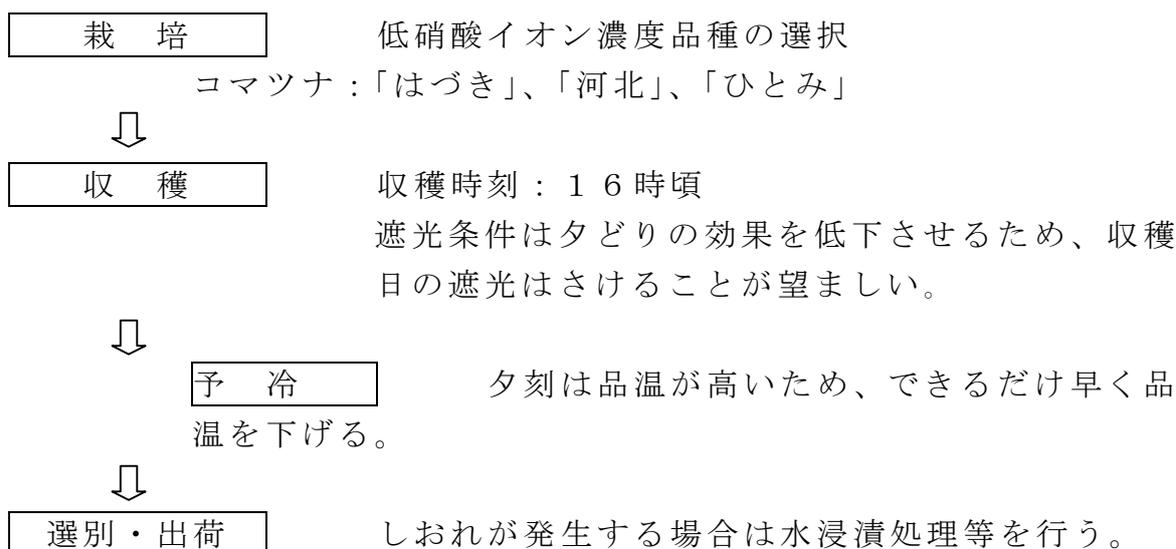
硝酸は作物体に吸収された後、硝酸還元化酵素によって還元されてアミノ酸やタンパク質に合成される。硝酸の同化速度は硝酸還元化酵素の働きによって左右されており、硝酸還元化酵素の働きが光によって活性化されることから、硝酸イオン濃度を低下させるためには、光をより長い時間浴びることが有利と考えられる。そこで、収穫を現行の朝どりから夕どりに変更することによる硝酸イオン濃度の低下を検討した。

2. 夕どりを活用した低硝酸塩化のための栽培・収穫マニュアル

1) 重要ポイント

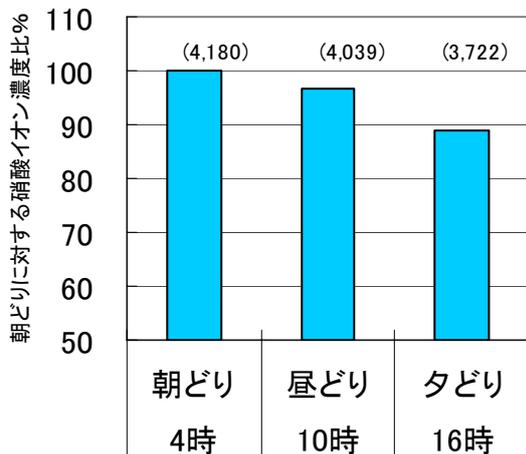
遮光条件は、夕どりによる硝酸イオン濃度低減効果を小さくするため、収穫日の遮光はさける。

2) マニュアル

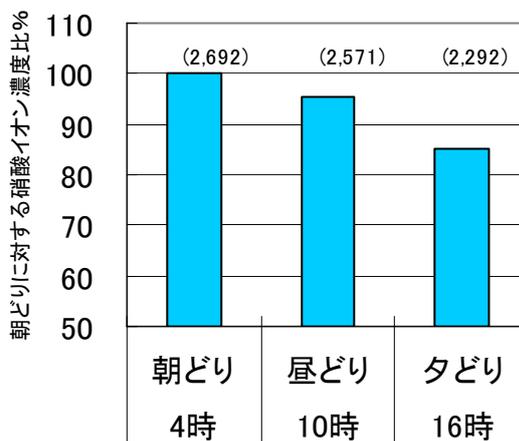


3) タどりによる硝酸イオン濃度低下

タどりによりほとんどの作期で硝酸イオン濃度が低下し、その低下程度は、コマツナで平均 11.0%(朝どり(4時)4,180ppm→タどり(16時)3,722ppm)、ほうれんそうで 14.9%(朝どり 2,692ppm→タどり 2,292ppm)である。



タどりによる硝酸イオン濃度低下(コマツナ)
 タどりによって硝酸イオン濃度が低下した8作期の平均値
 ()内は実数、品種:「浜ちゃん」



タどりによる硝酸イオン濃度低下(ほうれんそう)
 タどりによって硝酸イオン濃度が低下した10作期の平均値
 ()内は実数、品種:「トニック」、「マトリックス」

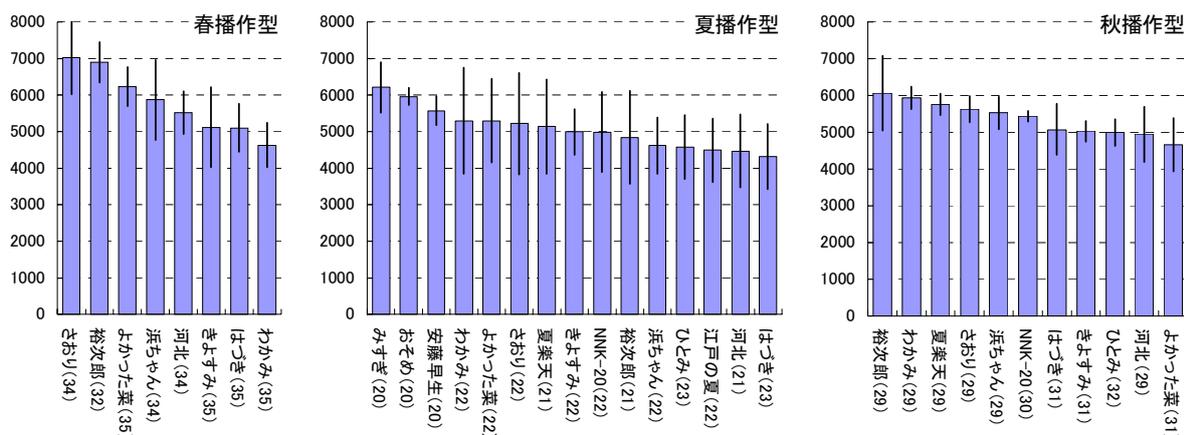
3. 試験データ

1) コマツナにおける硝酸イオン濃度の低い品種

「はづき」：やや開張気味の草姿であり葉色は薄い、基部長径は大きく株張りの良い晩性品種であり、収量性に優れる。

「河北」：早晩性はヤ早～中程度であり、「はづき」に比べて基部径、一株重は小さく、収量性は劣る。しかし、極立性草姿であり葉巻が少ない。

「ひとみ」：夏播・秋播作型において硝酸イオン濃度が低い品種。早晩性は晩性であり、葉色は濃緑であるが、一株重は小さく収量性はやや劣る。

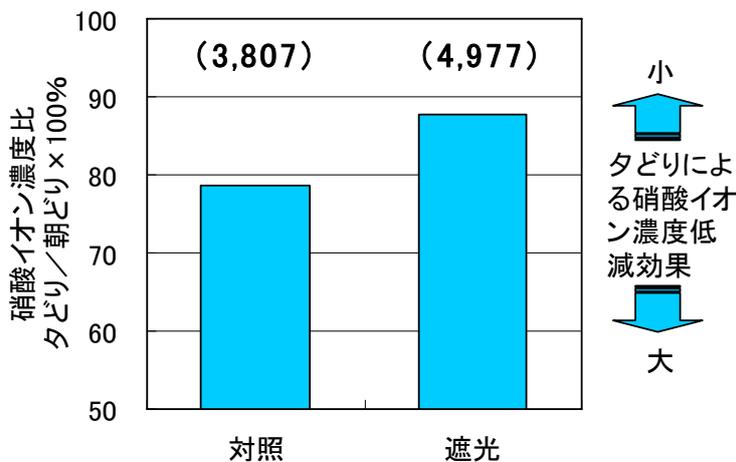


春播作型: 02年(4/10播き)、03年(4/14播き) 夏播作型: 03年(7/16、8/19播き)、04年(7/9播き) 秋播作型: 02年(10/2播き)、03年(9/19播き)、04年(9/10播き)における平均値及び標準誤差を示す。縦軸は硝酸イオン濃度(ppm)、横軸は品種名及び()内は平均収獲日数を示す。

コマツナにおける作型別の硝酸イオン濃度品種間差

2) 硝酸イオン濃度低減効果に対する日射条件の影響

遮光条件では硝酸イオン濃度が高まるとともに、タどりによる硝酸イオン濃度低減効果が小さくなる。

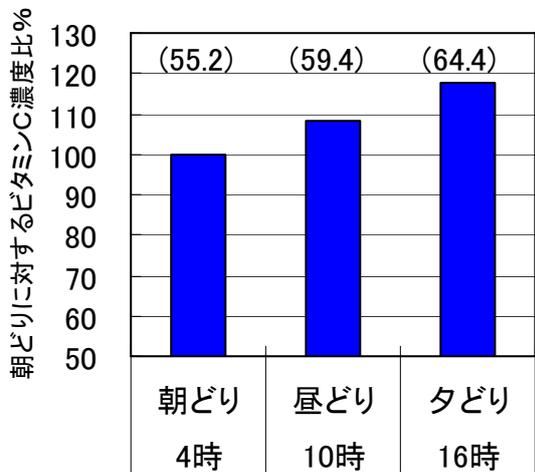


タどりによるハウレンソウの硝酸イオン濃度低下に与える光条件の影響

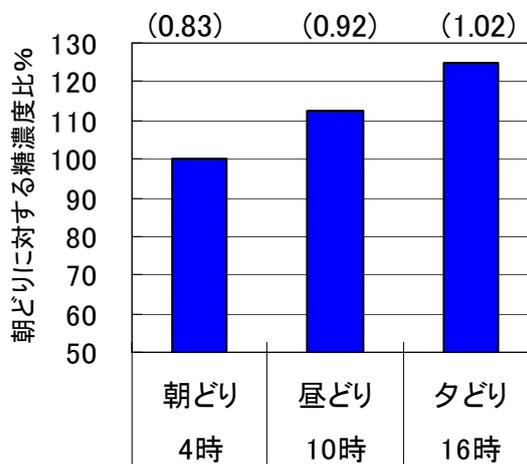
H14、15、平均値、遮光: 60%遮光、収穫3日前から処理、()内は朝どりの硝酸イオン濃度実数ppm
品種: 「トニック」、「マトリックス」

3) タどりによるビタミン C、糖濃度の変化

タどりによってホウレンソウではビタミン C や糖などの成分が高まることがすでに知られていたが、コマツナにおいてもタどりによってこれらの内部成分が高まる。



タどりによるビタミンC濃度向上(コマツナ)
H14、15の平均値、()内は実数mg/100g
品種:「浜ちゃん」

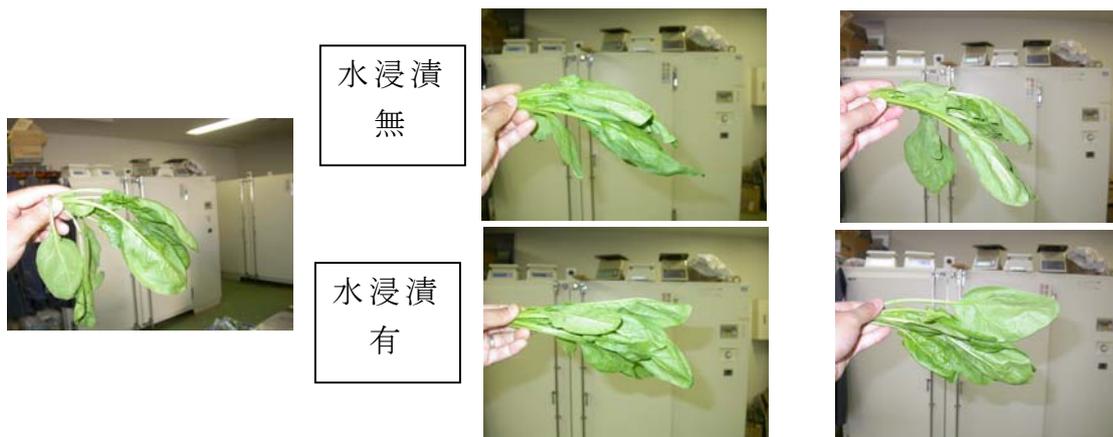


タどりによる糖濃度向上(コマツナ)
H14、15の平均値、()内は実数%
品種:「浜ちゃん」

4) タどり時のしおれ発生と対策

晴天・高温条件下で、蒸散量が大きく、乾物率が増加するような場合にはタどり時にしおれが発生することがある。そのような場合は、水浸漬処理等を行えば簡単にしおれ防止が可能で、水浸漬処理による保存後の内部品質の低下も認められない。

収穫 タどり → 翌朝 → 保存後 (収穫 2 日後)



水浸漬処理法としおれ、内部品質に与える影響(H16年度 ホウレンソウ「マトリックス」)

水浸漬処理	しおれ			硝酸イオン濃度ppm			ビタミンC mg/100g		
	収穫時	翌朝	保存後	収穫時	翌朝	保存後	収穫時	翌朝	保存後
無	○	○	○	2490	2220	2550	47.1	45.5	48.4
有	○	×	×	2490	1710	2010	42.2	45.0	45.0

しおれ発生: ○、未発生: ×

水浸漬処理 → 水切り → 予冷

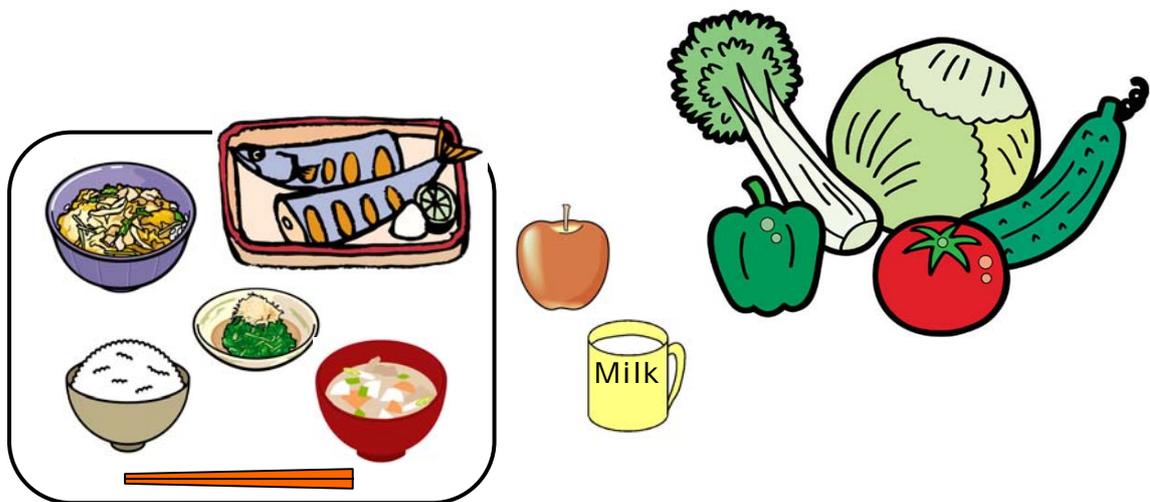
水道水 20~30秒 余分な水を切る 5°C
- 17μm包装

おいしい野菜をおいしく食べて健康に！

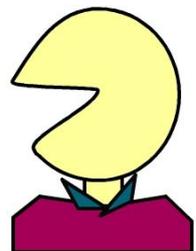
調理方法による 野菜の硝酸イオン濃度低減化

「硝酸プロ」403

調理方法が硝酸塩の消長に及ぼす影響



葉もの野菜は
「ゆでる」「しぼる」が大切です。



問い合わせ先

千葉県立衛生短期大学 栄養学科

硝酸イオン低減化プロジェクト(代表:渡邊 智子)

〒261-0014 千葉市美浜区若葉 2-10-1

TEL/FAX 043-272-2985

E-mail t.wtnb31@mc.pref.chiba.jp

1. はじめに

食事の中の野菜の役割

日本人の食事は、図1のような膳組みが基本です。食事は、主食（ごはん）を中心に、おかずの主菜と副菜が加わります。**野菜**は、副菜の中心となる素材であり、その役割は、彩りや香り、季節感や地域性など食事に添え、ビタミン、ミネラル（無機質）、食物繊維の給源のなることです。このように、野菜は日本型食生活に欠かせません。

さらに、近年では、がん等の生活習慣病の予防という役割も様々な研究によって実証されるようになってきました。

1日に、どの位野菜を食べればよいかの目安を表2に示しました。

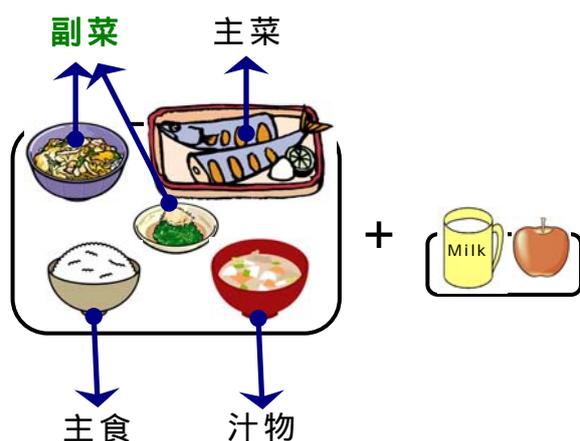


図1 新日本人型食生活

表2 野菜摂取目安量

年齢	緑黄色野菜	その他の野菜
1～2歳	90g	120g
3～5歳	90g	150g
6～8歳	90g	150g
9～11歳	90g	200g
12～14歳	100g	200g
15～17歳	120g	230g
18～29歳	120g	230g
30～49歳	120g	230g
50～69歳	120g	230g
70歳以上	120g	230g

日本人の栄養所要量食事摂取基準の活用より

ここでは、硝酸塩を低減化する調理方法をお知らせします。

「硝酸塩」の
詳しい説明は前書きを
お読みください

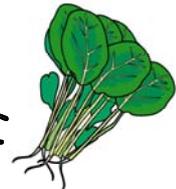


2. 調理方法による野菜の低硝酸塩化

家庭でも簡単にできる野菜中に含まれる硝酸イオン低減化の方法を紹介します。



おいしい野菜をおいしく食べて健康に！
調理方法による野菜の硝酸イオン低減化のために
家庭でできること



例えば..



1. たっぶりのお湯でゆでる
硝酸塩約20%減少



2. 流水で冷却する
硝酸塩約20%減少



3. まきすでしぼる
硝酸塩約10%減少



約50%
低減化成功！

図2 「ゆでる」



1. 漬ける



2. 洗う



約30%
低減化成功！

図3 「漬ける」



十分に炒める



約30%
低減化成功！

図4 「炒める」



おいしい野菜をおいしく食べよう！

硝酸イオン低減化プロジェクト 作成：千葉県立衛生短期大学栄養学科

3. 参 考

次の表は、五訂日本食品成分表の硝酸イオンの残存率です。残存率を100から引くと除去率^{*2}が算出できます。参考として野菜類の有効成分であるビタミンCの残存率を示しました。ビタミンCは、加熱を行わない漬け物類は残存率が高く、「葉もの野菜」では、硝酸イオンと同様に調理操作がふえるほど、残存率が低くなります。このように、野菜は、「ゆでる、洗う、しぼる」「漬ける」ことで硝酸塩の量を約2/3～1/2に減らすことができます。

表 野菜の調理と硝酸イオンおよびビタミンC

調理方法	可食部区分	調理過程 ^{*1}	検体数	食品名	重量変化率 ^{*1}	硝酸イオン残存率 ^{*2}	ビタミンC残存率 ^{*2}
ゆで	葉茎菜類	ゆで→湯切り	4	おかひじき、キャベツ、キンサイ、ルバーブ	86	72	51
		ゆで→湯切り→手搾り	8	大阪しろな、京菜、さんとうさい、チンゲンサイ、長崎はくさい、にら、はくさい、モロヘイヤ	84	61	39
		ゆで→湯切り→水冷→水切り→手搾り	9	小松菜、春菊、タアサイ、大根・葉、つるむらさき、ふだんそう、ほうれんそう、糸みつば、ようさい	80	57	32
	根菜類	ゆで→湯切り	6	かぶ（皮つき）、かぶ（皮むき）、コールラビ、ごぼう、大根（皮むき）、ビート	89	82	63
漬物	塩漬	葉茎菜類 塩漬け→水洗い→手搾り	3	大阪しろな、からしな、さんとうさい	66	52	85
		根菜類 塩漬け→水洗い→水切り→手搾り	1	かぶ	70	70	82
	ぬかみそ漬	根菜類 ぬかみそ漬け→水洗い→水切り	1	かぶ	71	71	79

*1：五訂日本食品標準成分表（科学技術庁資源調査会編）より作成

*2：渡邊智子、鈴木亜夕帆他、五訂成分表収載食品の調理による成分変化率表、栄養学雑誌、24-4、2003から算出