

愛知県チンゲンサイ産地における養分吸収量からみた適正施肥量

武井真理¹⁾・池田彰弘²⁾・吉川那々子³⁾・大橋祥範¹⁾・糟谷真宏¹⁾

摘要：農業系から施肥成分流出による環境負荷が問題となり、施肥の適正化が重要視されている。そこで、チンゲンサイ産地での施肥実態及び養分吸収量を調査し、目標収量の達成に必要な施肥量を試算した。

- 1 産地の実態調査では、施肥は基肥のみで有機配合ペレット肥料(10-6-10)が使用されていた。平均窒素施肥量は夏季 8.8 g m^{-2} 、冬季 9.2 g m^{-2} 、リン酸施肥量は夏季 $5.3 \text{ g-P}_2\text{O}_5 \text{ m}^{-2}$ 、冬季 $5.5 \text{ g-P}_2\text{O}_5 \text{ m}^{-2}$ 、カリウム施肥量は夏季 $8.8 \text{ g-K}_2\text{O m}^{-2}$ 、冬季 $9.2 \text{ g-K}_2\text{O m}^{-2}$ であった。
- 2 現物収量は夏季 3.7 kg m^{-2} 、冬季 4.3 kg m^{-2} と、冬季が夏季に比べ多かった。窒素吸収量は、夏季 9.7 g m^{-2} 、冬季 8.8 g m^{-2} 、リン酸吸収量は夏季 2.6 g m^{-2} 、冬季 2.4 g m^{-2} 、カリウム吸収量は、夏季 15.4 g m^{-2} 、冬季 14.2 g m^{-2} と、夏季が冬季に比べ、やや多い傾向であった。
- 3 夏季 3.5 kg m^{-2} 及び冬季 4.0 kg m^{-2} の目標収量確保に必要な施肥量は、窒素は夏季 9.4 g m^{-2} 、冬季 9.3 g m^{-2} 、リン酸は、夏季 5.6 g m^{-2} 、冬季 5.3 g m^{-2} 、カリウムは、夏季 9.8 g m^{-2} 、冬季 9.4 g m^{-2} であった。

キーワード：チンゲンサイ、施肥、収量、養分吸収量

Appropriate Fertilization Levels for Qing-geng-cai Cultivation in Aichi Prefecture

TAKEI Mari, IKEDA Akihiro, YOSHIKAWA Nanako, OHASHI Yoshinori
and KASUYA Masahiro

Abstract Making a fertilizer more suitable to its environment has become an important issue due to the environmental effects of nutrient loss from fertilizers through agricultural areas. We investigated the actual state of fertilization in farmers' fields cultivating Qing-geng-cai, as well as the amount of nutrient uptake. Moreover, we made some preliminary calculations to determine the amount of fertilizer required to reach the target yield.

1. Pellets of organic compound fertilizer (10-6-10) were used as a basal dressing. The amount of N fertilization was 8.8 g m^{-2} in summer and 9.2 g m^{-2} in winter, phosphate fertilization was 5.3 g m^{-2} and 5.5 g m^{-2} , and potassium fertilization was 8.8 g m^{-2} and 9.2 g m^{-2} .
2. The yield was 3.7 kg m^{-2} in summer and 4.3 kg m^{-2} in winter. The N content of soil had a tendency to be higher in summer than in winter. The amount of N uptake was 9.7 g m^{-2} in summer and 8.8 g m^{-2} in winter, the amount of phosphoric acid uptake was 2.6 g m^{-2} and 2.4 g m^{-2} , and the amount of potassium uptake was 15.4 g m^{-2} and 14.2 g m^{-2} . A strong correlation was observed between yield and nutrient absorption.
3. The amount of fertilization required to guarantee a yield of 3.5 kg m^{-2} in summer and 4.0 kg m^{-2} in winter was calculated based on the results above. The calculated amounts of fertilization were as follows: N: 9.4 g m^{-2} in summer and 9.3 g m^{-2} in winter, phosphate: 5.6 g m^{-2} and 5.3 g m^{-2} , potassium: 9.8 g m^{-2} and 9.4 g m^{-2} .

Key Words: Qing-geng-cai, Fertilization, Yield, Nutrient absorption

本研究の一部は平成22年度日本土壌肥料学会愛知大会(2010年9月)において発表した。

本研究は「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」により実施した。

¹⁾ 環境基盤研究部 ²⁾ 環境基盤研究部(現山間農業研究所)

³⁾ 環境基盤研究部(現知多農林水産事務所)

(2015.9.8 受理)

緒言

近年、農業系から施肥成分流出による環境負荷が問題視され、施肥の適正化が求められている。施肥適正化のためには、施肥及び養分吸収量の詳細な実態把握が必要である。我々は、2006年から愛知県内の主要野菜産地において施肥実態と養分吸収量調査を行ってきた。前報^{1, 2)}では、愛知県の野菜主要産地で、14品目の養分収支等について概略を報告したが、品目毎に合理的な肥培管理を提案するためには、より詳細な調査が必要である。

14品目のうちチンゲンサイについては、本県西三河地域の無加温施設栽培産地を2006年に調査し、結果の概略を前報で報告した^{1, 2)}。チンゲンサイの施設栽培では、定植から収穫までの期間が短く、年間8～9回程度の連作が行われるため、施肥回数が多くなる。通常よりも塩類が蓄積されやすいと考えられるが、当地域では環境保全型農業への意識が高く、早くから施肥量削減に取り組んでいる。既に、県施肥基準以下の施肥量で栽培しているが^{1, 2)}、複数年の実態調査により、収量及び養分吸収量、土壌化学性の推移を把握することで、さらなる施肥量低減の可能性を示唆できると考えた。生産者全員が同一配合肥料を使用しているため、施肥削減が可能となった場合の波及効果も大きい。

チンゲンサイ栽培については、高橋らが静岡県内産地での有機物の使用と土壌養分の集積実態³⁾及び生理障害の特徴⁴⁾について報告している。また、本間ら⁵⁾は連作試験により適正施肥量を報告している。チンゲンサイの窒素利用については、有機態窒素を利用する能力が高いとする報告もある⁶⁻⁸⁾。そのほか、葉菜類の硝酸低減化研究の一環で、チンゲンサイについても複数の報告がある⁹⁻¹²⁾。

本研究では、当地域において、チンゲンサイ栽培の夏季作と冬季作について詳細な調査を行うことにより、生産現場における施肥実態と養分吸収量を把握し、目標収量の達成に必要な施肥量を算定することとした。

調査対象及び方法

1 チンゲンサイ産地の栽培及び肥培管理調査

調査は、愛知県西三河地域のチンゲンサイ無加温施設栽培産地で行った。連作体系のうち、2006年と2009年夏季及び2006年と2008年冬季の各年一作について、施肥量等耕種概要について聞き取り調査を実施した。

一作毎に計12ほ場を選定することとし、2006-2008年は安城市10ほ場（細粒黄色土）及び碧南市2ほ場（中粗粒灰色低地土灰色系）、2009年は安城市11ほ場（細粒黄色土）及び碧南市1ほ場（中粗粒灰色低地土灰色系）を調査した。調査は、生産者12名を対象とし、作型の選択を優先したため、調査ほ場は作ごとに異なる施設、または同一の施設においても異なる棟で実施することとし

た。

2 産地の土壌及びチンゲンサイの成分濃度

調査対象1ほ場につき生育中庸な10株を採取し、収量調査後、成分分析に供した。植物体は、65℃設定の通風乾燥機で72時間以上乾燥後、粉碎し、試料とした。乾式燃焼法により窒素を、また乾式灰化後、バナドモリブデン酸法によりリン酸を、原子吸光法によりカリウムを分析した¹³⁾。2008年、2009年は、収穫期だけでなく、生育途中にも2回調査（2008年11月20日、12月5日、2009年7月21日、7月30日）を行った。

土壌の養分含量は、収穫時に採取した試料の風乾細土を、常法により分析した¹⁴⁾。すなわち、窒素は乾式燃焼法で、可給態リン酸はトルオーグ法により抽出し、モリブデン青吸光光度法で分析した。交換性カリウムは原子吸光光度法で測定した。

3 目標収量を得るための必要施肥量の算出

施肥成分量が養分吸収量に反映された割合は、各ほ場毎に、調査した養分吸収量を聞き取り施肥量で割り戻した値を、「成分吸収量/施肥量」=Aとして算出した。目標収量達成に必要な施肥量は、調査結果から算出した「目標収量時の予測成分吸収量」/Aの式により試算した。県施肥基準¹⁵⁾の中で設定された目標収量は夏季 2.3 kg m^{-2} 、冬季 4.0 kg m^{-2} であったが、夏季の目標収量が現状と比べて低すぎたため、調査で得た冬季収量に対する夏季収量の割合から算出した 3.5 kg m^{-2} を夏季の目標収量とした。

試験結果

1 チンゲンサイ産地の施肥実態

表1に耕種概要を示した。施肥体系は基肥のみで、専用の有機配合ペレット肥料（10-6-10）が使用されていた。窒素施肥量は夏季 8.8 g m^{-2} 、冬季 9.2 g m^{-2} 、リン酸施肥量は夏季 5.3 g m^{-2} 、冬季 5.5 g m^{-2} 、カリウム施肥量は夏季 8.8 g m^{-2} 、冬季 9.2 g m^{-2} であった。現行の県施肥基準¹⁵⁾と比較すると窒素、カリウムで3～4割、リン酸で5割近く減肥されていた。2006年調査では、各ほ場毎の施肥量にばらつきが大きかったが、2008-2009年調査では差が小さくなる傾向が見られた。

2008-2009年に各調査ほ場の堆肥施用について聞き取った結果を表2に示した。当産地では、2006年調査時には、ほ場によって使用する堆肥の種類が異なっていたが、2008年には牛ふん堆肥とせん定枝堆肥を混合したものに統一されていた。混合の割合については、各生産者毎に異なり、牛ふん堆肥1-3に対し、せん定枝堆肥を1の割合で混和した堆肥を、年間平均 3.5 kg m^{-2} （牛ふん堆肥 2.2 kg m^{-2} 、せん定枝堆肥 1.3 kg m^{-2} ）施用していた。

2 栽培土壌の化学性

表3に収穫後に採取した土壌の化学性を示した。全炭素(T-C)、全窒素(T-N)含量は、本県畑土壌¹⁶⁾の中庸以

表1 耕種概要

| 年次 | n | 定植日 | 収穫日 | 施肥量 (g m ⁻²) ¹⁾ | | | 品 種 | |
|----|------|-----|------------------|----------------------------------------|-------------------------------|------------------|------------|------------------|
| | | | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | | |
| 夏季 | 2006 | 12 | 7月10日 -7月21日 | 8月14日 | 8.2 ± 3.2 | 4.9 ± 1.9 | 8.2 ± 3.2 | ニーハオ新1号 |
| | 2009 | 12 | 7月4日 -7月15日 | 8月7日 | 9.4 ± 1.6 | 5.6 ± 0.9 | 9.4 ± 1.6 | ニーハオ新1号、夏双子 |
| | 平均 | | | | 8.8 ± 2.4 | 5.3 ± 1.4 | 8.8 ± 2.4 | |
| 冬季 | 2006 | 12 | 11月2日 -11月16日 | 12月18日 | 8.3 ± 3.5 | 5.0 ± 2.1 | 8.3 ± 3.5 | ニーハオ114、夏賞味、四季三味 |
| | 2008 | 12 | 10月31日 -11月7日 | 12月12日 | 10.1 ± 2.0 | 6.0 ± 1.1 | 10.1 ± 2.0 | ニーハオ114、夏賞味 |
| | 平均 | | | | 9.2 ± 2.7 | 5.5 ± 1.6 | 9.2 ± 2.7 | |

1) 平均値±標準偏差

施肥は専用の有機配合ペレット肥料(10-6-10)を定植1-2日前に土壌混和

表2 調査ほ場における堆肥施用実態

| 2006年 | | | | 2008年 | | | |
|-----------------|------------------------------|-----------|--------|----------|------------------------------|-----------|-------|
| 堆肥の種類 | 施用量 (kg m ⁻²) | 調査 ほ場数 | 施用時期 | 牛ふん：せん定枝 | 施用量 (kg m ⁻²) | 調査 ほ場数 | 施用時期 |
| 牛ふん：せん定枝 1:1 | 4.0 | 1 | 6, 12月 | 1:1 | 1.0 | 1 | 12月 |
| | 6.0 | 1 | 6, 12月 | | 3.0 | 1 | 10月 |
| | 10.0 | 1 | 12月 | | 4.0 | 1 | 6月 |
| 牛ふん堆肥 | 2.5 | 1 | 6月 | 2:1 | 5.0 | 1 | 6月 |
| | 6.0 | 1 | 12月 | | 3.5 | 2 | 9月 |
| せん定枝堆肥 | 1.0 | 1 | 6月 | 3:1 | 4.0 | 1 | 5月 |
| | 2.0 | 1 | 6月 | | 4.5 | 1 | 6月 |
| | 4.0 | 1 | 6, 9月 | | 3.0 | 1 | 3, 9月 |
| パーク堆肥 | 2.0 | 1 | 3月 | 1:2 | 4.0 | 2 | 12月 |
| もみがら他 | 不明 | 2 | 9月 | | 2.0 | 1 | 12月 |
| 無施用 | | 1 | - | 平均 | 3.5 ¹⁾ | | - |

1) 牛ふん堆肥2.2 kg m⁻²、せん定枝堆肥1.3 kg m⁻²

表3 栽培土壌の化学性

| | | pH (1:2.5) | EC (1:2.5) | T-C | T-N | C/N | CEC | 交換性塩基 | | | truog- P ₂ O ₅ |
|----|------|---------------|--------------------|---------------------|---------------------|------|------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------|
| | | | | | | | | CaO | MgO | K ₂ O | |
| | | | dS m ⁻¹ | mg kg ⁻¹ | mg kg ⁻¹ | | Cmol _c kg ⁻¹ | g kg ⁻¹ | g kg ⁻¹ | g kg ⁻¹ | ng kg ⁻¹ |
| 夏季 | 2006 | 5.4 | 1.13 | 20.7 | 1.92 | 10.7 | 13.7 | 3251 | 596 | 242 | 1337 |
| | 2009 | 5.3 | 1.41 | 27.0 | 2.64 | 10.3 | 17.2 | 3933 | 648 | 466 | 1779 |
| 冬季 | 2006 | 6.0 | 0.84 | 21.0 | 1.89 | 11.2 | 14.9 | 3387 | 584 | 390 | 1349 |
| | 2008 | 5.5 | 1.32 | 22.9 | 1.79 | 13.0 | 14.2 | 3087 | 592 | 466 | 1363 |

表4 現物重、水分及び成分吸収量

| | 現物重 | 水分 | 吸収量 | | | |
|------|--------------------|------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|------------|
| | | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | |
| | kg m ⁻² | % | g m ⁻² | g m ⁻² | g m ⁻² | |
| 2006 | 4.0 ± 0.8 | 95.6 ± 0.4 | 10.4 ± 2.3 | 2.8 ± 0.8 | 17.3 ± 3.6 | |
| 夏季 | 2009 | 3.5 ± 0.4 | 95.8 ± 0.4 | 9.0 ± 1.2 | 2.5 ± 0.1 | 13.5 ± 2.3 |
| 平均 | 3.7 ± 0.7 | 95.8 ± 0.4 | 9.7 ± 1.9 | 2.6 ± 0.3 | 15.4 ± 3.3 | |
| 2006 | 4.0 ± 0.7 | 96.0 ± 0.5 | 8.9 ± 2.1 | 2.5 ± 0.2 | 14.8 ± 2.5 | |
| 冬季 | 2008 | 4.5 ± 0.6 | 96.6 ± 0.5 | 8.6 ± 1.1 | 2.3 ± 0.1 | 13.7 ± 2.3 |
| 平均 | 4.3 ± 0.7 | 96.3 ± 0.5 | 8.8 ± 1.7 | 2.4 ± 0.2 | 14.2 ± 2.4 | |

※値は平均値±標準偏差

上の値を示した。交換性塩基中交換性カリウムは、2006年夏季に平均 $242 \text{ mg-K}_2\text{O kg}^{-1}$ と適正基準値 $400\text{--}600 \text{ mg}^{1.5)}$ より若干低い値を示した。その他は2006年調査時に比べ2008-2009年の値は増加していたものの、概ね適正基準値内に収まっていた。可給態リン酸は $1337\text{--}1779 \text{ mg-P}_2\text{O}_5 \text{ kg}^{-1}$ で、適正基準上限値^{1.5)} 500 mg を大きく越えており、集積したほ場が多く見られた。

3 収量及び養分吸収量と栽培時期の関係

現物収量は夏季 3.7 kg m^{-2} 、冬季 4.3 kg m^{-2} と、冬季が夏季に比べ多かった(表4)。窒素吸収量は、夏季 9.7 g m^{-2} 、冬季 8.8 g m^{-2} 、リン酸吸収量は、夏季 2.6 g m^{-2} 、冬季 2.4 g m^{-2} 、カリウム吸収量は、夏季 15.4 g m^{-2} 、冬季 14.2 g m^{-2} であった。また、2006年調査時に比べ、2008-2009年はばらつきが小さくなる傾向が見られた。

4 養分吸収量と生育及び収量の関係

図1に示すように、生育期間中の葉長と窒素吸収量の間には正の相関が認められた。また、生育期間中の乾物重と窒素吸収量もまた、生育初期から収穫期に至るまで、強く正の相関を示した(図2)。さらに、収穫時の乾物重と成分吸収量も同様の結果が得られた(図3)。

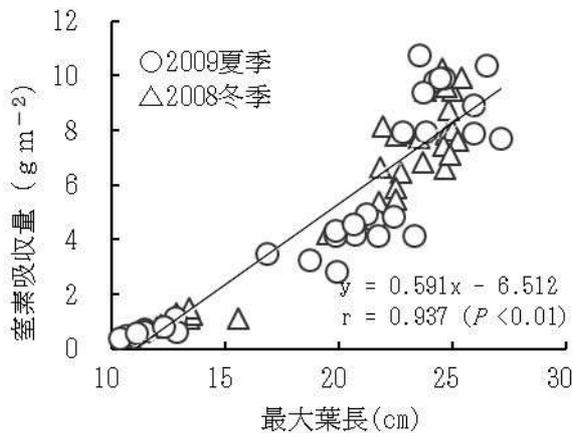


図1 葉長と窒素吸収量の関係

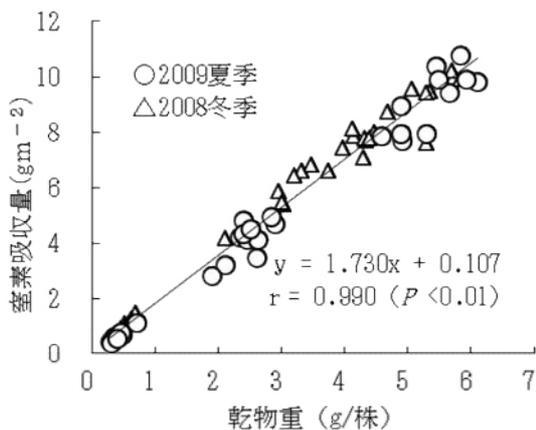


図2 生育期間中乾物重と窒素吸収量の関係

一方、窒素施肥量と窒素吸収量、堆肥施用量と窒素吸収量との間には、有意な相関が認められなかった(図4、図5)。

5 目標収量を得るための必要施肥量の算出

本結果を基に、目標収量とした夏季 3.5 kg m^{-2} 及び冬季 4.0 kg m^{-2} の確保に必要な施肥量を試算した(表5)。堆肥施用条件下で、養分吸収量を、聞き取り施肥量で割り戻した「成分吸収量/施肥量」の平均値は、夏季は窒

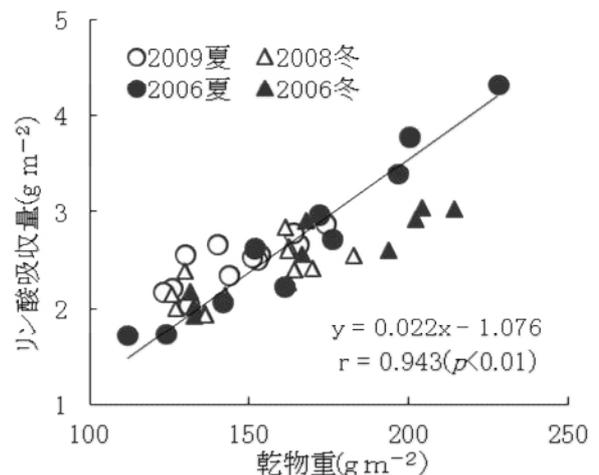
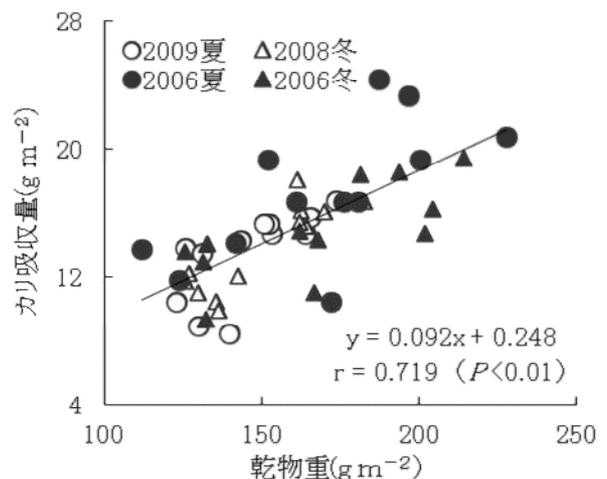
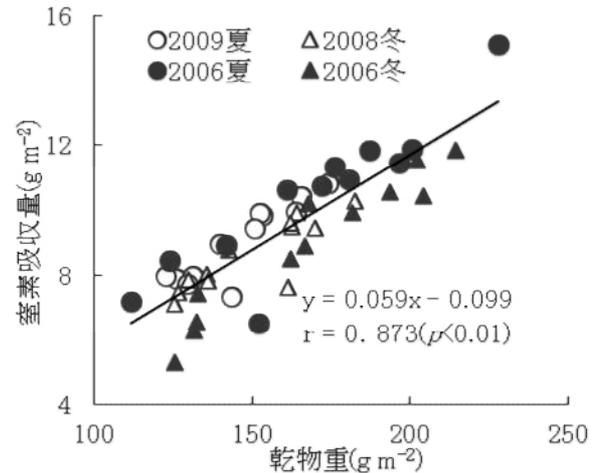


図3 収穫時乾物重と成分吸収量の関係

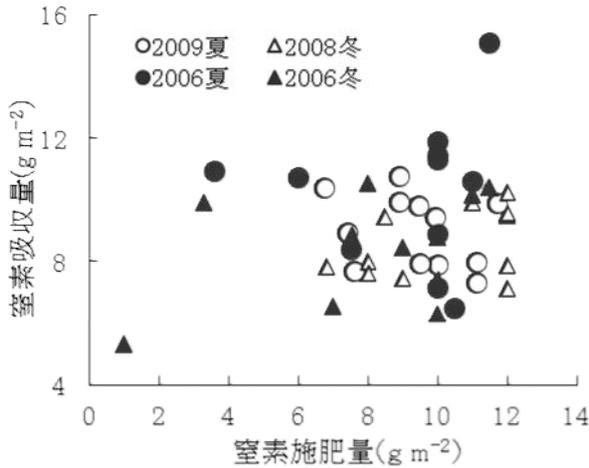


図4 窒素施肥量と窒素吸収量の関係

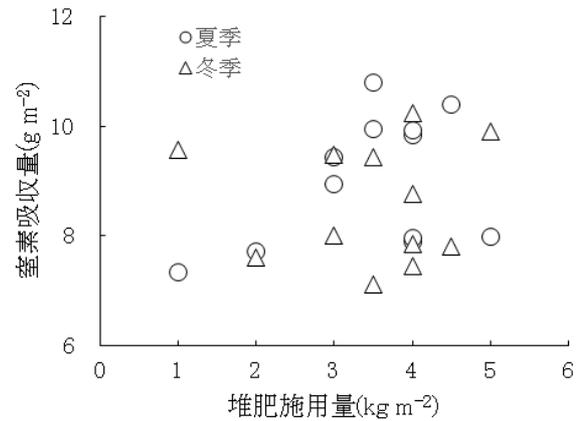


図5 堆肥施用量と窒素吸収量の関係(2008-2009)

表5 目標収量を得るのに必要な施肥量

| 目標収量 ¹⁾ (現物) | 成分吸収量/施肥量 ²⁾ | | | 必要施肥量 ³⁾ | | |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| t/10a | g m ⁻² | g m ⁻² | g m ⁻² | g m ⁻² | g m ⁻² | g m ⁻² |
| 夏季 3.5t | 1.08 ± 0.21 | 0.49 ± 0.10 | 1.74 ± 0.27 | 9.4 ± 2.4 | 5.6 ± 1.4 | 9.8 ± 2.3 |
| 冬季 4 t | 0.96 ± 0.16 | 0.44 ± 0.05 | 1.56 ± 0.20 | 9.3 ± 2.1 | 5.3 ± 1.0 | 9.4 ± 1.8 |

1) 目標収量：冬季は農作物の施肥基準より¹⁵⁾、夏季は調査結果の冬季収量に対する夏季収量割合から算出

2) A=各ほ場における実測成分吸収量/聞き取り施肥量

3) 必要施肥量=目標収量時の予測成分吸収量/A

目標収量時の予測成分吸収量 (y)：図3から得た換算式を用いて乾物重 (x) から算出

N : $y=0.059x-0.099$, P₂O₅ : $y=0.022x - 1.076$, K₂O : $y=0.092x + 0.248$

平均値±標準偏差

素1.08、リン酸0.49、カリウム1.74、冬季は窒素0.96、リン酸0.44、カリウム1.56となった。この結果、目標収量達成に必要な窒素施肥量は夏季9.4 g m⁻²、冬季9.3 g m⁻²、リン酸施肥量は夏季5.6 g m⁻²、冬季5.3 g m⁻²、カリウム施肥量は夏季9.8 g m⁻²、冬季9.4 g m⁻²であった。これは、現行の県施肥基準と比較すると、窒素は夏季72%、冬季62%、リン酸は夏季56%、冬季48%、カリウムは夏季82%、冬季67%の施肥量に相当した。

考 察

本研究では愛知県内の主要チンゲンサイ産地において、目標収量の達成に必要な施肥量を算出する目的で、前報で報告した2006年の調査に加え^{1, 2)}、2008-2009年に無加温施設栽培の夏季作と冬季作の施肥実態と収量および養分吸収量を調査した。

現物収量は夏季3.7 kg m⁻²、冬季4.3 kg m⁻²と、冬季が夏季に比べ多いのは、生育期間が長いと推察された。このとき、養分吸収量は、夏季の方が冬季よりも多く、低温時より養分吸収が旺盛に行われた結果と考えられた。現地の施肥体系は、基肥のみで専用の有機配合ペレット肥料 (10-6-10) が使用され、施肥量は現行の県施肥基準¹⁵⁾と比較すると、窒素、カリウムで3~4割、

リン酸で5割近く減肥されていた。

一方、現地では、2008年調査時には、牛ふんを混和したせん定枝堆肥を統一して使用されるようになっていたが、施用方法が施設毎に異なる上に堆肥施用量と窒素吸収量との間に一定の傾向が見られなかった。使用された堆肥の成分や土壌中の可給態窒素を調査しなかったため、これらの有機物由来の養分供給の寄与について解析することは困難であったが、堆肥連用により、施肥量以上の養分供給が可能となっていると推察された。

高橋ら³⁾は有機物の使用と土壌養分の集積について静岡県内産地の実態調査を行い、施用有機物が土壌中の窒素などの動態に与える影響について検討している。連作施設では、毎作2 kg m⁻²程度の有機物施用を行うため、年間の施用量が11 kg m⁻²以上の圃場が多くなる。連作が進むほど可給態リン酸が集積し40作以下でも約2600 mg-P₂O₅ kg⁻¹以上と高い値を示したが、無機態窒素、交換性カリウムは集積傾向が認められなかったと報告している。高橋ら³⁾の報告では、窒素以外の施肥量、収量や植物体の成分吸収量が調査されていないため、一概に比較することは難しいが、有機物を連用するチンゲンサイ連作ほ場において、可給態リン酸が余剰となり集積する可能性を示している。

収量は、窒素施肥量の影響を強く受ける⁵⁾。施肥量が植物体の窒素吸収量を大きく上回らない現状での窒素

減肥は減収につながりかねないため、可給態窒素量を把握するなど慎重な検討が必要である。また、土壌中の可給態リン酸の変動に一定の傾向は見られなかったが、堆肥連用条件下では、今後もリン酸集積に十分な留意が必要である。土壌中の可給態リン酸が $800 \text{ mg-P}_2\text{O}_5 \text{ kg}^{-1}$ 以上あればリン酸無施肥で栽培可能とする報告もある⁵⁾。土壌中の蓄積量を勘案すると、さらにリン酸施肥量の削減が可能と考えられた。

本間ら⁵⁾は、チンゲンサイの雨よけハウス栽培、堆肥無施用、収量 3 kg m^{-2} 条件で、窒素施肥は 10 g m^{-2} 、リン酸施肥は夏作 14 g m^{-2} 、春、冬作は 20 g m^{-2} 、カリウム施肥は夏作 10 g m^{-2} 、春、冬作は 14 g m^{-2} が適当であると報告しており、リン酸、カリウムについては今回算出した必要施肥量よりも多い。堆肥を全く施用せずに、養分吸収量よりも少ない施肥量で連作した場合、特に土壌、植物体のカリウム濃度が減少するため、年に数作作付けする体系では、カリウム欠乏を招く危険性があり、施肥削減することは難しい⁵⁾と指摘している。

今回の調査施設においては、堆肥を連用して約3割のカリウム施肥の削減を行い、植物体のカリウム吸収量は施肥量を上回っていた。同一地点での比較では無いものの、土壌の交換性カリウムは蓄積傾向にあるため、堆肥と施肥からのカリウム供給が不足している状況ではないと言える。しかし、土壌の交換性カリウム量が蓄積傾向にあるとはいえ適正基準範囲にあるため、更なるカリウム減肥については継続的な土壌分析結果に基づいた検討が必要と考える。

生育期間中の葉長と窒素吸収量の間には正の相関が認められた。夏季は冬季に比べ値のふれが大きくなる傾向が見られ、施設環境に起因すると推察されたが、この季節間差は小さかった。そこで、現地で葉長を測定するだけで、図1に示した近似式を使って生育途中の窒素吸収量を推定することが可能と考えた。さらに、生育期間中の乾物重と窒素吸収量の間には強い相関が認められたため、乾物重を測定することで、より正確な窒素吸収量の推定が可能である。窒素収支、動態を明らかにするモデルに利用可能であり、さらに適正施肥量を検討するうえで有用と考えられる。

集約的なチンゲンサイ周年栽培を持続するには、作型や栽培法を考慮した養分吸収量、施肥利用率を適正に把握し、それを基に施肥することが重要となる。当地域における堆肥施用条件下での「成分吸収量/施肥量」は、夏季は窒素1.08、リン酸0.49、カリウム1.74、冬季は窒素0.96、リン酸0.44、カリウム1.56となった。夏季 3.5 kg m^{-2} 及び冬季 4.0 kg m^{-2} の目標収量確保に必要な施肥量を試算したところ、窒素施肥量は夏季 9.4 g m^{-2} 、冬季 9.3 g m^{-2} 、リン酸施肥量は夏季 5.6 g m^{-2} 、冬季 5.3 g m^{-2} 、カリウム施肥量は夏季 9.8 g m^{-2} 、冬季 9.4 g m^{-2} となった。このように、本研究によりチンゲンサイ施設栽培の適正施肥量に関する基礎的知見を得た。現地では施肥削減が進んでいるが、土壌中のリン蓄積量、成分吸収量から算出された施肥量を勘案し、リン酸施肥量のさらなる低減の可能性が示唆された。

今後は有機物施用の効果を正確に把握することで、本研究で示した減肥技術の合理性を証明し、持続的な肥培管理法につなげていくことが重要と考える。

謝辞：本試験は、西三河農林水産事務所農業改良普及課並びに担当農家、JAの御協力のもとに実施できたことを記し、関係各位に感謝の意を表す。

引用文献

1. 牧田尚之, 久野智香子, 武井真理, 池田彰弘, 吉川那々子. 愛知県の主要産地における野菜類の養分収支. 土肥誌. 85, 236-240(2013)
2. 牧田尚之, 久野智香子, 武井真理, 池田彰弘, 吉川那々子. 愛知県の野菜主要産地における施肥量、生産量、養分吸収量及び土壌の化学性. 愛知農総試研報. 45, 11-19(2013)
3. 高橋和彦, 大須賀隆司, 佐藤克昭. チンゲンサイ連作畑の施用有機物と土壌養分含量について. 静岡農試研報. 39, 41-48(1994)
4. 高橋和彦, 大石達明. チンゲンサイの生理障害の特徴と葉中養分含有率との関係. 静岡農試研報. 38, 73-83(1994)
5. 本間素子, 須永文雄, 庄司正, 小紫守. チンゲンサイの雨よけハウス栽培における適正施肥量. 群馬農技セ研報. 5, 7-16(2008)
6. 武田容枝. 野菜の品質は有機質肥料の施用で向上されるのか? 福島農総セ研報. 4, 1-14 (2012)
7. Matsumoto, S., Ae, N. and Yamagata, M. Possible direct uptake of organic nitrogen from soil by chingensai (*Brassica campestris* L.) and carrot (*Daucus carota* L.). Soil Biol. Biochem. 32, 1301-1310(2000)
8. Miyazawa, K., Murayama, T. and Takeda, M. Can plants absorb and utilize phosphate buffer extractable soil organic nitrogen without its prior mineralization? Soil Sci. Plant Nutr. 54, 247-252 (2008)
9. ティパワンシティランサン, 土肥紘, 植野玲一郎, 志賀義彦, 中村隆一, 堀田治邦, 蒲田賢一. 堆きゅう肥施用がチンゲンサイとダイコンの収量および品質に及ぼす影響. 北海道立農試集報. 80, 11-20(2001)
10. 杉沼千恵子, 佐藤賢一, 中村幸二, 山崎晴民. 肥効調節型肥料を活用した葉菜類の硝酸低減化技術の検討. 埼玉県農総研研報. 5, 1-7(2005)
11. 大場聖司, 松本昌直, 大須賀隆司, 荒川博, 高橋和彦. 栽培期間延長と外葉除去によるチンゲンサイの硝酸イオン含量低減化. 静岡農試研報. 51, 33-39(2007)
12. 松本昌直, 大須賀隆司, 大場誠司, 高橋和彦. チンゲンサイの硝酸イオン低減化—産地実態及び肥培管理による硝酸イオン低減化. 静岡農試研報. 51, 25-32(2007)
13. 作物分析法委員会. 栄養診断のための栽培作物分析測定法. 養賢堂. 東京. p. 1-545(1975)
14. 土壌環境分析法編集委員会. 土壌環境分析法. 博友社. 東京. p. 1-427(1997)
15. 愛知県農林水産部農業経営課. 農作物の施肥基準. p. 1-117(2011)
16. 池田彰弘, 山田良三, 田中武夫. 愛知県耕地土壌の地力変化の実態. 愛知農総試研報. 20, 329-338(1988)