

# 施肥技術の今後の方向

(畑・野菜) - 2 -

農林水産省  
 農業研究センター 土壤肥料部  
 上席研究官 金森哲夫

### 3. 野菜に対する施肥—考え方とその応用—

野菜に対する施肥を考える場合も、畑作物の項で述べたように、施肥量の算出基礎としては、植え付け前の土壌残存養分、目標収量設定による収

奪量と土壌の肥沃性（養分供給能）を考慮することになるが、現実には野菜はその種類、品種が多い上に、作型も多種多様である。

表 3 生育相の変化からみた野菜のタイプ<sup>15)</sup>

タイプ	Ⅰ 栄養生長型	Ⅱ 栄養生長・生殖生長同時進行型	Ⅲ 栄養生長・生殖生長転換型			
			不完全転換			完全転換
			間接的結球	直接的結球	根肥大	
野菜の種類	〈葉 菜〉 ホウレンソウ* シュンギク コマツナ タイサイ	〈果 菜〉 トマト キュウリ ナス ピーマン	〈結球葉茎菜〉 ハクサイ レタス キャベツ	〈結球葉茎菜〉 タマネギ ニンニク	〈根菜・イモ類〉 ダイコン ニンジン カブ サツマイモ ジャガイモ	〈果 菜〉 スイートコーン ハナヤサイ
養分吸収パターン (主にチッソ)	(A型)  連続吸収	(A型)  連続吸収	(C型)  連続吸収に近い山型吸収	(B型)  山型吸収	(B型)  山型吸収	(B型)  山型吸収
リン酸濃度への適応性	②低～③高 広域適応性	②低～③高 広域適応性	④高 中・高領域適応性	④高 中・高領域	②低③中 低・中領域	②低③中 低・中領域

注) \* 例外的にリン酸高濃度適応性。

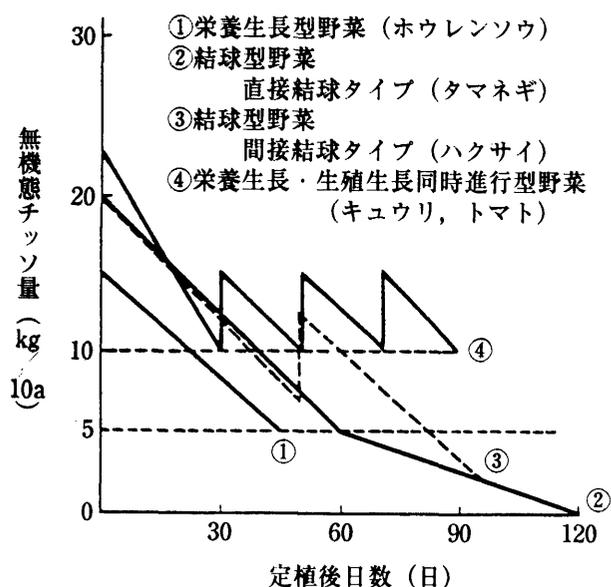
## 本号の内容

§ 施肥技術の今後の方向 (畑・野菜) - 2 -	1
農林水産省 農業研究センター 土壤肥料部 上席研究官 金森哲夫	
§ 施肥技術の今後の方向 (水田)	6
農林水産省 農業研究センター 水田土壤肥料研究室	
§ '98 年本誌既刊総目次	9
室長 小野信一	

本誌でも既に紹介されたかも知れないが、相馬氏は野菜をその生育・養分吸収パターンとリン酸への適応性から、I. 栄養生長型、II. 栄養生長・生殖生長同時進行型、III. 栄養生長・生殖生長転換型に分類し、表3のように、葉菜類、果菜類、葉茎菜類、根菜類を各タイプにあてはめている<sup>15)</sup>。そして、I群およびII群の一部は、それらの収穫時においても土壤中に5kg/10aもの窒素の存在

その他のタイプの野菜類では市場性をあげるために、生育の途中ばかりでなく収穫時においても相当量の肥料成分を残存させるケースが多く、肥料成分(窒素)の利用率が低いのが野菜作の特徴である。その分、環境保全上の問題は畑作物以上に大きい。小川らは普通畑作における窒素溶脱量が15~20kg/haであるのに対して、野菜作では60~80kg/haと、野菜作で窒素溶脱の多いことを報告している<sup>16)</sup>。この種の問題解決としてはあまりにも有名な岐阜県各務原市の台地におけるニンジン作の例がある。窒素吸収量の少ない生育前半の施肥量を制限し、生育後半は地下部の吸収特性に応じた肥効を確保することによって、窒素利用率を20%台から40%台に高めることができ、窒素溶脱を軽減させた好事例としてよく引用されている<sup>17)</sup>。

図6 野菜のタイプ別にみた望ましい土壌中無機態チッソ量の推移<sup>15)</sup>



が必要であるとしている(図6)。さらに、図6中の①の栄養生長型野菜類には基肥重点の地力培養型肥培管理を、②および③の結球型野菜類には基肥・追肥併用型とし、収穫時に窒素を残存させない肥培管理を行ない、④栄養生長・生殖生長同時進行型野菜類には追肥重点施肥とし、土壌中の窒素レベルを10mg/100g程度で管理すべきことを提案している。また、メロンのような完全転換型作物では、果実肥大期に急激な養分需要があり、収穫期に近づくと養分要求は著しく低下するので、追肥中心の肥培管理としたり、肥効期間がマッチする適当な肥料を選択するなど、生産物の高品質を確保するための各種の養分供給操作がとられる。

タマネギやハクサイなどのように、収穫時に窒素を残存させない施肥法をとる場合はまだしも、

このような肥料溶脱軽減策として、施肥量の節減のほか、堆肥等有機質資材の施用、肥料の分施肥回数の増加や溝施肥等の施肥法の改善が考えられるが、これらの改善策は作物ごとに反応が異なり、効果の大小も様々で、高品質生産と環境保全を両立させようとする場合には、上述した各務原ニンジン作の例があるものの、おおかたの野菜類については個別的な施肥技術マニュアルが確立されているとは言えないのではなかろうか。

保科氏は、環境に配慮した野菜生産における施肥改善のポイントを次のようにまとめている<sup>18)</sup>。

- ①肥料の種類：緩効性肥料、被覆肥料、液体肥料、硝酸化成抑制剤入り肥料などの選択。
- ②施肥量：土壌診断、栄養診断の実施と、それに対応した適切な施肥量の設定。特に作物種・品種、栽培様式と養分吸収量の把握。
- ③施肥位置：局所施肥など部分施肥の応用。
- ④施肥配分：分施肥技術の導入。

これらのほかに、野菜の生育を旺盛にし、養分吸収効率を高めるための有機物の利用、栽培期間中の水管理、雨よけ・マルチ・輪作作物導入など野菜栽培様式や土地利用形態なども含めて総合的に組み立てる必要がある。以下に、2, 3の例を示す。

1) 塩類集積回避型施肥—ノンストレス施肥—<sup>19)</sup>  
 一般に、野菜の施設栽培は年間2~4作付、集

約型・多肥栽培による塩類集積と、しかも収益性から土壤消毒-連作といった過酷な環境下であり、土壤も作物も強烈なストレスが与えられている。塩類集積への対策技術としては、湛水除塩、クリーニングクロープによる除塩、排土・客土による塩類排除・希釈、天地返し等による深耕、有機物施用による塩類障害の軽減など、事後の対策がとられることが多い。

これに対して、通常は無機化学肥料に含まれる副成分—硫酸根 ( $\text{SO}_4^{2+}$ )、塩素根 ( $\text{Cl}^-$ )—の大部分が作物に未吸収の結果、土壤の pH 低下や塩類集積の要因になっていることから、事前の策として、これらの副成分を含まない化学形態の肥料の組み合わせによる養分供給によって、土壤への化学的ストレスが軽減できることが、ポット試験や施設栽培の抑制キュウリ、メロン、トマトの施肥試験において検証されている。

近年、施設における土耕栽培と養液栽培のそれぞれの利点を組み合わせた養液土耕栽培が開発された。これは、土壤の養分供給能、イオン吸着能、緩衝能等諸機能を最大限に生かし、これに灌漑水に溶かした肥料を少量ずつ長期にわたって継続供給する施肥法（点滴供給）として、一部メーカーの実用的なシステムと専用の液肥開発とともに普及し始めている。養液土耕栽培は、ノンストレス施肥の応用でもあり、作物への養分供給がそれほど必要のない生育のごく初期段階においては基肥を省略またはごく少量に抑え、その後の生育と需要に合わせた養分の逐次供給によって、根系発達が良好となることによる生育の健全化と、必要以上の養分残留の結果起こる溶脱や脱窒等によるロスをできるだけ少なくし、施肥効率を向上させることができる。硫酸根や塩素等副成分を含まない液肥を使用することによって、塩類集積が防止できるとともに、施肥量の大幅低減が可能となり、作物の持続的生産と今日的な環境保全型農業への寄与が期待されている。

さらに近年、簡易かつ高精度な分析機器や EC センサー、イオンセン

サー等各種センサーの開発により、作物の栄養状態ならびに土壤溶液診断がリアルタイムに把握できるようになり、土耕栽培の施肥管理に即座に反映させることが可能になってきているので<sup>20)</sup>、養液土耕栽培も農家あるいは普及センターがルーチンワーク的に行なえるよう、これらのリアルタイム診断をも取り入れて、露地栽培の野菜や茶園の施肥管理技術にまで作り上げられることが望まれる。

## 2) ホウレンソウの低硝酸化・低シュウ酸化に向けた施肥法

今日の野菜生産において、品質の制御は栽培上の重要な課題ともなっている。葉菜類は一般に栄養生長の最盛期に収穫され、例えば、ホウレンソウでは時として体内に入ってから健康影響を及ぼすような有害成分に変わる可能性のある硝酸や食味に悪影響を及ぼすシュウ酸などの含有率が高い状態で食べ物として供される。

このような品質成分と養分供給条件との関係が検討されるなかで、培地中の硝酸態窒素とアンモニア態窒素の比率を変えて、ホウレンソウを水耕栽培した結果、アンモニア態窒素の比率が大きいほど、ホウレンソウの全シュウ酸含有率、硝酸含有率がともに低下し、総アスコルビン酸含有率は逆に上昇するなど、窒素をアンモニア態で吸収させることにより品質的な改善が見込まれた<sup>21)</sup>。そして、緩効性のアンモニア態窒素肥料を供試 (40

図 7 収穫期における硝酸態窒素含有率 (地上部全体)<sup>22)</sup>

1: 硫安 N10 区, 硫安 N15 区の収穫適期, 2: 被覆尿素区, 被覆リン安区の収穫適期

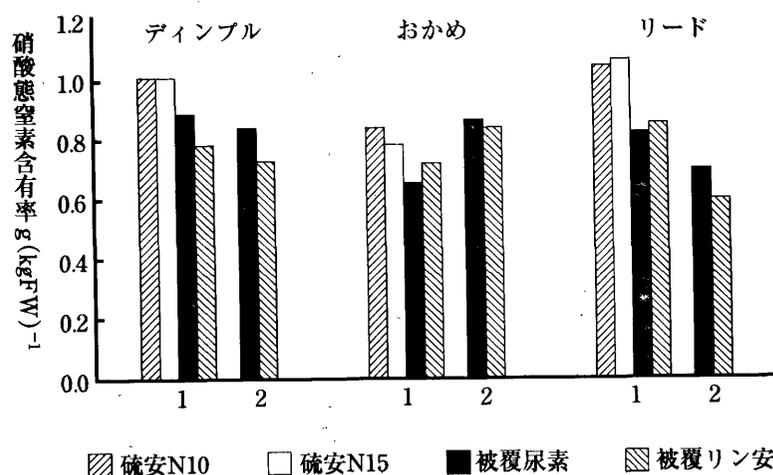
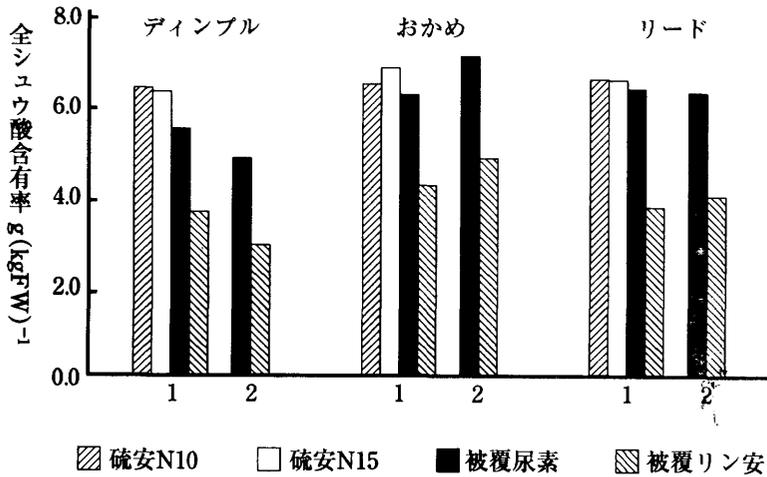


図8 収穫期における全シュウ酸含有率(地上部全体)<sup>22)</sup>

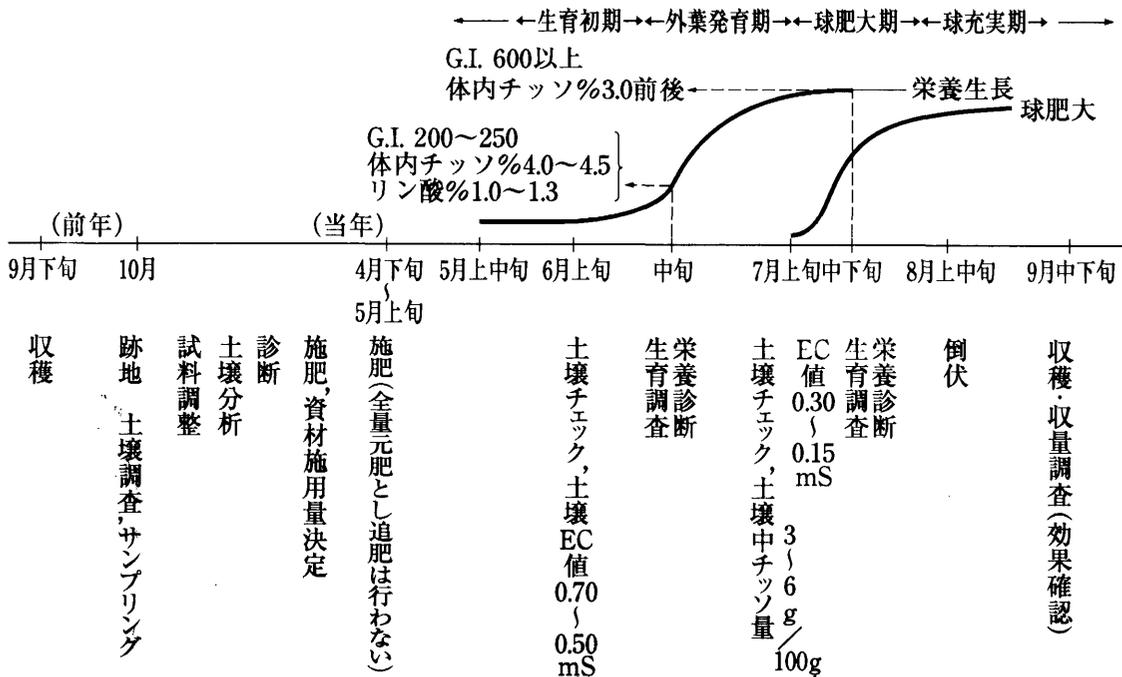
1: 硫安 N10 区, 硫安 N15 区の収穫適期, 2: 被覆尿素区, 被覆リン安区の収穫適期



日溶出型の被覆リン安と被覆尿素を条施用)してハウレンソウを露地栽培した結果でも, 全シュウ酸含有率, 硝酸含有率がともに低下し, 糖, 総アスコルビン酸含有率が逆に上昇することが確認されている<sup>22)</sup> (図7, 8)。

以上, 野菜に対する施肥の基本的な考え方といくつかの事例について述べてきたが, 日本土壤肥料学会の部門別進歩総説に露地野菜・施設野菜別に最近の研究成果が整理されているので参照され

図9 総合診断のしくみ(タマネギ)<sup>15)</sup>



たい<sup>18)</sup>。

おわりに

以上みてきたように, 21世紀の世界規模での人口増加を賄うための食糧増産に, 肥料の重要性・必要性は論を待たず, 将来においても不変であろう。最近の肥料の世界的需給状況については有村, 有川によって概説されているので<sup>23, 24)</sup>, 文献13と合わせて参照されたい。

農水省も新規事業で1998年度から3年間, 「高度肥料利用技術確立推進事業」に取り組み, 肥料費低減, 肥料の環境負荷軽減, 良質多収の実現をめざすことにしている。

耕地土壌が養分集積の傾向にある今日, 従来の施肥法のように流亡を見越した過剰施肥を避け, 施肥の効率化の視点からも, 作付け前の土壌診断(可給態養分-前作の残余養分も含む)を実施し, 有機質資材が投入(連用)される場合には資材からの養分供給量を予測したうえで, 実践的な施肥設計をたてる必要がある<sup>25, 26)</sup> (図9)。しかも, “持続型農業”に向けて, 耕地を国民の

資源として、当作だけでなく先を見据えた土壌の総合的な養分管理（作物あるいは資材による養分回収を含む）を念頭におく必要がある。

### 参考文献

- 1) 柴田 勝 (1998): 農業技術の将来展望「高齢化時代の施肥技術と肥料」, 季刊肥料, 79, 31-41.
- 2) 山神正弘 (1996): 家畜ふん堆肥の環境保全的施用基準の考え方, 平成8年度家畜ふん尿処理利用研究会資料, 52-57.
- 3) 西尾道徳 (1997): 有機物の肥効特性, 有機栽培の基礎知識 (農文協), 111-133.
- 4) 相馬 暁 (1993): 有機物の明日の役割とその課題, クリーン農業時代 (チタマ秀版社), 208-217.
- 5) 水落勁美 (1984): ムギの養分吸収の特徴, 農業技術体系 (農文協) 作物編, 追録6号, 技139-146.
- 6) 中村伴蔵 (1995): 畑作・園芸作における被覆肥料の活用—普通畑作—, ガイドブック環境保全のための肥料情報 (被覆肥料編, J A全農肥料農薬部), 67-72.
- 7) 佐藤 強・酒井長雄・小松正孝・上原敬義・豊川泰 (1996): 小麦作における被覆尿素を用いた全量基肥施肥法, 平成7年度研究成果情報・関東東海農業, 103-104.
- 8) 渡辺祐志・松中照夫・山神正弘・下野勝昭・市川信雄・中津智史・古山芳廣 (1994): 秋播小麦の起生期重点施肥による収量向上および子実タンパク質含有率の制御, 平成5年度研究成果情報・北海道農業, 156-157.
- 9) 水落勁美 (1994): 小麦の多収穫—品質管理と施肥技術—, 季刊肥料, 69, 25-36.
- 10) 佐藤暁子 (1991): 小麦のタンパク質含量安定化技術の開発, 農業および園芸, 66, 567-574.
- 11) 小柳敦史・佐藤暁子・小前幸三・荒尾知人・金森哲夫・和田道宏 (1996): 小麦粉の粒度とタンパク質含量に及ぼす土壌と施肥の影響, 平成7年度研究成果情報・総合農業, 85-86.
- 12) 三重県農業技術センター (1992): 平成4年度関東東海農業試験研究成績・計画概要集, V. 冬作, 小麦—IV—N-1.
- 13) 日高 伸・小川吉雄 (1996): 肥料・施肥法, 日本土壤肥料学雑誌—進歩総説特集号—第7部門—肥料・土壌改良資材, 566-581.
- 14) 山神正弘 (1997): 畑作の土壌診断, 季刊肥料, 76, 24-33.
- 15) 相馬 暁 (1985): 野菜の栄養特性によるタイプ分け, 品質アップの野菜施肥 (農文協), 188-192.
- 16) 小川吉雄・酒井 一 (1986): 畑地からの窒素の流出制御—環境保全・省資源的施肥へ提言—, 農業および園芸, 61, 15-20.
- 17) 北嶋敏和 (1991): 黒ボク土壌における「にんじん」の効率的施肥, 岐阜農総研C報告, 4, 1-35.
- 18) 保科次雄 (1993): 最近の野菜生産と施肥問題について, 第5回肥料セミナー資料 (肥料同人), 全11p.
- 19) 小野信一 (1997): 施設栽培における肥料の化学的ストレスとその軽減対策, 季刊肥料, 77, 15-24.
- 20) 白崎隆夫 (1996): 野菜, 花きの栄養: 診断リアルタイム診断, 季刊肥料, 75, 11-22.
- 21) 建部雅子・石原俊幸・石井かおる・米山忠克 (1995): 培地の窒素形態および Ca : K 比がホウレンソウとコマツナの硝酸, アスコルビン酸, シュウ酸含有率に与える影響, 土肥誌, 66, 535-543.
- 22) 建部雅子・佐藤信仁・石井かおる・米山忠克 (1996): 緩効性窒素肥料の施用がホウレンソウのシュウ酸, アスコルビン酸, 糖, 硝酸含有率に与える影響, 土肥誌, 67, 147-154.
- 23) 有村正史 (1997): 世界の肥料情勢, 肥検回報, 50(4), 15-23.
- 24) 有川武俊 (1997): 世界の肥料状況の外観, 季刊肥料, 77, 45-51.
- 25) 那司掛則昭 (1997): 土壌診断による野菜栽培土壌の合理的肥培管理法, 季刊肥料, 76, 12-23.
- 26) 小野寺政行・三木直倫・美濃健一・宮脇 忠・鎌田賢一 (1996): 有機物及び土壌窒素放出量予測に基づく露地野菜の減化学肥料, 平成7年度北海道農業試験会議資料, 全34p, 平成7年度研究成果情報・北海道農業, 186-187.