

施肥管理

1 施肥管理の基本的考え方	34	5 ノンストレス肥料の活用	42
2 土壌・作物栄養診断と施肥管理	34	6 低コスト型施肥	43
(1) EC(電気伝導度)とpH(水素イオン濃度) 把握による土壌診断	34	(1) 家畜ふん堆肥の有効活用	43
(2) 小型反射式光度計(商品名RQフレックス) による土壌作物栄養診断と活用法	35	(2) 安価な肥料への移行	44
ア 土壌栄養の診断			
イ 作物体の栄養診断			
3 肥料選定上の留意事項	38		
4 被覆肥料(肥効調節型肥料)の溶出特性 と利用	38		
(1) 溶出のメカニズム	38		
(2) 被覆肥料の種類	39		
(3) 溶出のタイプ	40		
(4) 温度依存性	40		
(5) 成分による溶出の違い	41		
(6) 活用上の留意点	41		
(7) 被覆肥料の活用技術	41		

1 施肥管理の基本的考え方

野菜をはじめ多くの作物は、目標とする生育量、収量を確保するために必要な施用肥料成分のめやすを提示している。この成分量は、本来的には化学肥料だけでなく、堆肥や土壌改良資材、地力からの成分も含まれているものである。

一般に化学肥料中心の施肥管理を行うと、土壌の物理性、化学性、生物性のバランスが崩れ、土壌の良好な状態を維持することが困難となる。持続的な野菜生産のためには、堆肥や有機質肥料等有機物資材も合わせて投入することが重要であるが、これら

堆肥等の成分は、あまり考慮されることがなく、自動的に化学肥料の施用に上積みされることになり培土壌には養分が過剰に蓄積され、養分過剰・成バランスの不均衡化などによる障害発生も指れている。

土壌を基本とした持続的な野菜生産のためにムダのない施肥量に心がける必要であり、目標と生育量、収量を確保するには、堆肥等からの成分が溶脱する成分を考慮し、不足する量を肥料で補うことが基本となる。

$$\text{施肥量} = \text{作物吸収量} - (\text{土壌改良資材} + \text{堆肥成分} + \text{地力養分} + \text{残留量}) + (\text{溶脱量} + \text{揮散量})$$

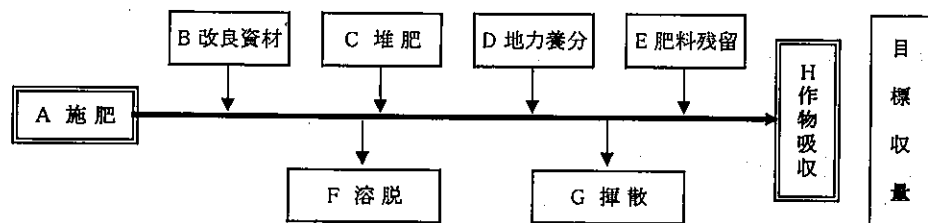


図1 施肥量の決定要因

2 土壌・作物栄養診断と施肥管理

作物の栄養管理には、作物の養分吸収パターンに応じた施肥管理が必要であり、特に果菜類など生育期間が長期にわたる場合は、重要である。

従来は、経験に基づく目視等による生育状況の判断により、速効性肥料等の追肥施用で生育の維持管理を図ってきたが、土壌や作物の栄養診断に基づく、施肥栄養管理が必要となり、基本的には、「土壌及び植物分析法の手引(改訂)」(平成11年3月・新潟県農林水産部)などによる各要素の分析を行い、診断することが原則であるが、機器類が高価であり、分析に時間を要することなどから、即時的な対応は困難である。

最も簡便な土壌化学性の診断方法としては、ECとpHの把握があるが、それだけでは判断できない状況も生じてきている。このため、野菜類では、硝酸態窒素が重要であることから、従来の精緻な方法より精度は落ちるものの安価で簡便な方法として、①コンパクト硝酸イオンメータや、②メルコクエント硝酸イオン試験紙による方法がある。

しかし、精度的な問題や分析診断対象要素が多く必要となってきていることなどから、最近では簡便で

即時的に土壌中(土壌溶液)の養分状態及び作物栄養状態を把握する方法として、小型反射式光度(商品名:RQフレックス)を活用した土壌・作物体栄養診断法が、果菜類を主体にして各地で検討されている。

(1) EC(電気伝導度)とpH(水素イオン濃度)把握による土壌診断

測定・分析は、「土壌及び植物分析法の手引(改訂)」(平成11年3月・新潟県農林水産部)を参考実施する。

野菜は、一般に硝酸態窒素を好むため、この肥料の多用により、硝酸態窒素の残存が高まり硝酸態窒素は電気伝導度を高めるためEC値が上がるが、水素イオン濃度が高まるためpHが下がり、壌の酸性化が進む。一方、硫酸根の多い硫酸など窒素肥料を多用すると、アンモニア態窒素が残存することにより、窒素は多いが、ECは低く、pHも低くなる現象となって現れる。

pH、ECだけで、判断することが危険な場合もまので十分注意する必要がある。

表1 EC値とpH値からの土壌化学性の推定

EC \ pH	ECが低い	ECが高い
pHが低い	塩基、窒素とも低く肥料不足の状態	窒素が多く、硝酸化が進んでいる
pHが高い	塩基は十分だが、窒素不足の可能性	塩基・窒素が高く、アンモニア態窒素が残存している可能性

表2 土壌の化学性タイプと土壌の化学性状態

項目 \ 土壌タイプ	pH	EC (ms/cm)	土壌の状態・現象
低pH・低EC	< 5.5	< 0.4	全体に肥料不足、露地畑、新設置のハウスに多い。
高pH・低EC	7.0 <	< 0.4	塩基が多く窒素不足。窒素施用の少ない作物の栽培土壌に多い。
低pH・高EC	< 5.5	1.0 <	Caが多いがpHが低いのは硝酸態窒素が過剰。
高pH・高EC	7.0 <	1.0 <	肥料すべてが過剰。きゅうりの連作ほ場などに多い。

(2) 小型反射式光度計(商品名RQフレックス)による土壌作物栄養診断と活用法

EC、pHだけでは、土壌の化学性の細部までは不明であり、精緻な方法では多くの時間と労力を要するため、即時的な診断と対応が困難であることから、小型反射式光度計を利用した土壌と作物の栄養診断法が検討されている。

ア 土壌栄養の診断

土壌溶液を採取し栄養診断する方法として、減圧吸引法と生土容積法がある。

(ア) 必要な器具

RQフレックスシステム一式、各種試験紙、採水器、広ロビン

(イ) 土壌溶液の採取

a 減圧吸引法(採水器(商品名ミズツール)による土壌溶液の採取)

減圧吸引法は、真空ポンプ等により、土壌中の溶液を直接採取する方法であるが、乾燥した土壌では、溶液の採取が困難である。

- ① ポーラスカップの埋設位置は、株と株の間地点とし、かん水チューブから5cm程度離れた地面から15~20cmの深さの位置にする。
- ② 採取地点は、3カ所とする。
- ③ 灌水後、1~2日経過した後に集水器を真空にし、土壌溶液を吸引採水する。

④ 採水量は、調査項目にもよるが、30ml以上であればかなりの項目を調査することが可能である。

b 生土容積抽出法

生土容積抽出法は、土壌水分の少ない栽培法や作物で、採水器では採水が困難な場合に生土から純水で土壌溶液を抽出する方法である。

- ① 生土1:蒸留水2~生土1:蒸留水5にして抽出液を得る。
- ② 土の採取地点は、5カ所とする。
- ③ 1分ずつ2回振とうし、静置後上澄液またはろ過したろ液を分析用として使用する。

<例>1:2の場合

300ml程度の広ロビンに、蒸留水を100mlを入れておき、作土5カ所から採った土を有機物などのきょう雑物を取り除き、よく混和し150mlになるまで土を入れる。

(ウ) 溶液の測定分析

溶液が得られたら、RQフレックスシステムを使って各要素の濃度を測定する。

土(乾土):水を重量比により抽出した場合の硝酸イオン濃度は、便宜的に次式により、従来、主に使用しているmg/100g乾土表示に書き換えることができる。

硝酸態窒素(mg/100g)=

水抽出硝酸イオン濃度 mg/L × (浸出液量 ml/1000ml) × (100g/サンプル土壌 g) × 0.226*
 * NO₃⁻からNO₃-Nへの換算係数

サンプル土壌が乾土の場合は、測定濃度 mg/L に下記の係数を乗ずれば、mg/100g 乾土に換算できる。

土壌:水=1:5の場合 表示値に 0.113 を乗ずる
 土壌:水=1:10の場合 表示値に 0.226 を乗ずる

表3 土壌溶液の硝酸濃度の診断基準の目安

作物名	場所	診断基準値 (ppm)
半促成きゅうり	埼玉園試	収穫全期間(3月下旬~6月下旬) 400 ~ 800
抑制きゅうり	埼玉園試	収穫全期間(9月下旬~11月下旬) 400 ~ 800
促成トマト	愛知園研	収穫全期間(12月中旬~2月上旬) 200 ~ 300
半促成トマト	愛知園研	収穫全期間(5月下旬~7月上旬) 400 ~ 800
促成きゅうり	福岡農総試	収穫全期間土壌中硝酸態窒素含量 8~20mg/100g
バラ	千葉	全栽培期間(10月~6月採花) 400 ~ 600
スイートピー	神奈川	全栽培期間(12月~4月採花) 200 ~ 500
キク	宮城	全栽培期間(短日処理7月採花) 500 ~ 1,000

注) 福岡農総試は、土壌硝酸濃度と土壌含水比を測定し、土壌中硝酸態窒素含量を求めた。

土壌中硝酸態窒素含量(mg/100g 乾土) = (土壌溶液中硝酸態窒素含量(ppm) × 土壌含水率(%)) / 100

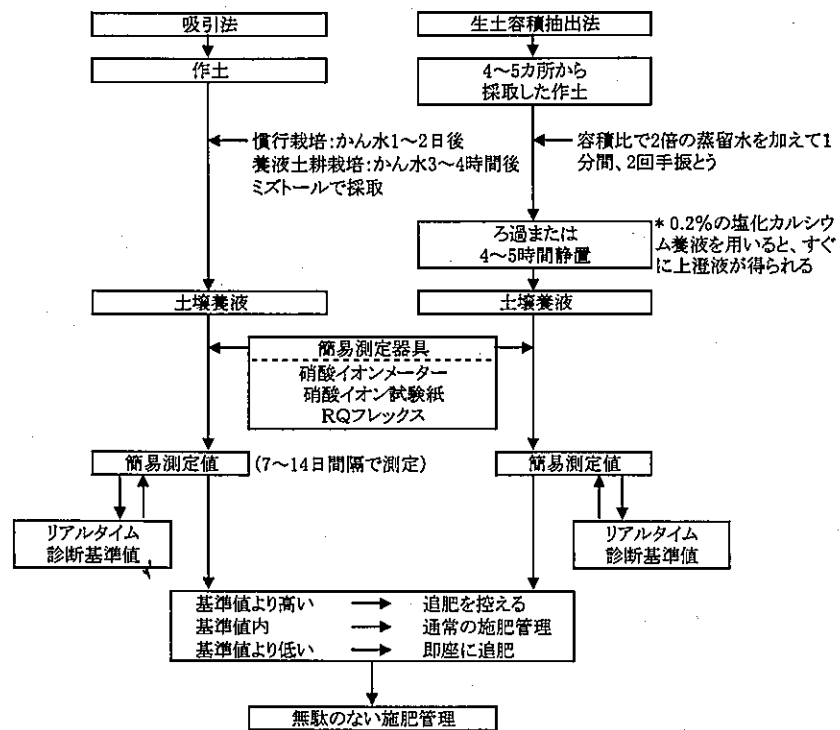


図2 RQフレックスによる土壌養液の測定手順 (六本木ら)

イ 作物体の栄養診断

(ア) 必要な器具

RQフレックスシステム一式、各種試験紙、ニンニク搾り器、乳鉢など

(イ) 作物体の汁液採取方法

いくつかの部位から採取した葉等を①ニンニク搾り器で搾る方法(搾汁法)、②乳鉢などですりつぶす方法(磨砕法)、③スライスして水で浸出する方法(スラ

イス法)に大別されるが、①の搾汁法が一般的

(ウ) 汁液の分析

最も重要な診断項目は、窒素の指標としてのイオンであるが、目的によりカリやリン酸、カル

ム、あるいは微量元素も測定する必要がある。

測定は、土壌溶液分析と同じである。

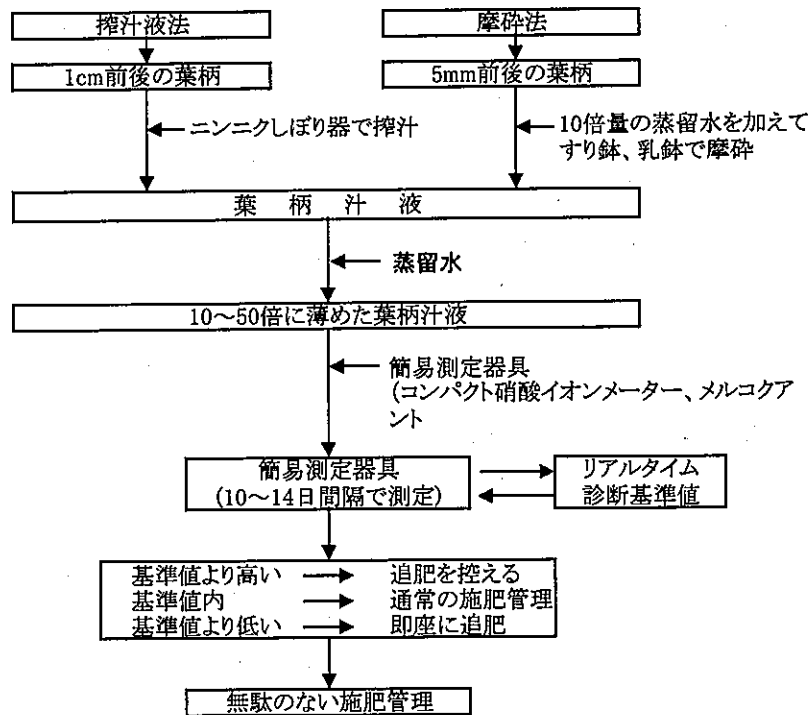


図3 RQフレックスによる作物体栄養の測定手順 (六本木ら)

表4 葉柄汁液の硝酸濃度の診断基準値

作物名	場所	診断基準値 (ppm)	
半促成きゅうり (3/下~6/下収穫)	埼玉園試	収穫初期(4月上旬)	3,500 ~ 5,000
		収穫中期(5~6月)	900 ~ 1,800
		収穫後期(6月以降)	500 ~ 1,500
抑制きゅうり (9/下~11/下収穫)	埼玉園試	収穫全期間(9月下旬~11月下旬)	3,500 ~ 5,000
促成いちご (12/下~5/下収穫)	埼玉園試	収穫初期(11~1月上旬)	1,700 ~ 2,600
		収穫中期(~2月下旬)	1,300 ~ 2,200
		収穫後期(~4月下旬)	900 ~ 1,800
促成いちご	岐阜農技セ	定植1ヶ月後	2,660 ~ 3,540
		収穫初期(~1月)	1,700 ~ 2,660
		収穫期間中	900 ~ 1,770
露地なす (7/上~10/下収穫)	埼玉園試	収穫初期(7月下旬まで)	3,500 ~ 5,000
		収穫中期(8月上旬以降)	2,200 ~ 3,600
夏秋なす	岐阜農技セ	7月上旬~8月上旬	3,500 ~ 5,000
		8月中旬~9月上旬	2,500 ~ 3,500
半促成トマト	愛知園研	収穫全期間(5月中旬~7月上旬)	1,000 ~ 2,000
		収穫全期間(12月中旬~2月上旬)	1,500 ~ 3,000
促成トマト	愛知園研	収穫初期(1~2月下旬)	4,000 ~ 5,000
		収穫中期(3~4月下旬)	1,800 ~ 3,600
促成トマト (2/下~7/上収穫)	埼玉園試	収穫後期(5~6月下旬)	500 ~ 1,500

表5 きゅうりの巻ひげ搾汁液における硝酸濃度の診断基準値

作物名	場所	診断基準(ppm)	備考
雨よけ夏秋 きゅうり	宮城園試	定植後20日頃: 4,000 定植30日以降: 400~500	巻ひげは、上位第3展開葉の基部から5cm

3 肥料選定上の留意事項

(1) 肥料にはそれぞれ特性があり、野菜の種類、土の性質、時期等により効果が違う。予め、特性をよく把握したうえで選定する必要がある。

特に、①肥効が高いこと、②土壌が悪変しないこと、③使いやすく、④労力がかからないこと、⑤経済的であること、⑥保管中に品質が変化しないこと、などに留意する必要がある。

肥料の過剰施用は、土壌の酸性化、塩類集積の要因となるほか、作物の過繁茂や生育障害による収量・品質の低下、病害虫の発生要因、養分の地下水への溶脱、窒素ガスの放出(地球温暖化の一要因)など生産環境や生活環境にも影響を与えるので、土壌診断等に基づき適正施用に努める。

(2) 土壌の酸性化を招きやすい副成分の多い肥料は原則として、使用しない方がよい。

このため、普通化成より高度化成の方がよいが、土壌酸度が中性に近く、塩基飽和度が高すぎる場合は、酸性的な普通化成や単肥を使用することもよい。

(3) 多くの野菜は、硝酸態窒素を含む肥料を原則とする。

(4) 全窒素の50%以上が尿素態窒素の場合は、ガス害の発生のおそれがあるので、トンネル栽培やハウス栽培では使用しない方が安全である。

(5) 窒素カリ化成は、追肥用を原則とするが、可給態リン酸が多い土壌の場合は基肥にも利用できる。

(6) 健全な野菜を生産するためには、微量元素も補給する必要がある。老朽化が著しい野菜畑では苦土、ホウ素、マンガンを含む高度化成の効果が期待できる。

(7) 緩効性のIB窒素、CDU窒素、ホルム窒素などは、窒素肥効が緩やかである。また、被覆肥料も肥効が長い。これらは、原則として基肥とする。長期間野菜では、必要に応じて速効性窒素を併用する。

(8) ジシアンジアミド、チオ尿素、AMなど硝酸化成抑制剤加用の肥料は、畑地でも雨による溶脱が抑制され、窒素の肥効が持続する。

(9) 多くの有機質肥料が市販されているが、養分の溶出性、肥効が多様であるので、特性を十分把握のうえ使用する。

(10) 畜産堆肥は、種類によって可給態養分の組成が違うので十分注意する。一般に、家畜ふん堆肥に

含まれるリン酸、カリは、化学肥料と同等の肥効を持つので、投入する際は化学肥料のリン酸、カリを減る。

4 被覆肥料(肥効調節型肥料)の溶出特性と利用

近年、肥効調節型肥料のひとつとして、被覆肥料が利用され、その特性から、局所施用法との併用・基肥全量施用技術が開発され、省力化や環境保に寄与する肥料となっている。

作物の種類や生育ステージごとに要求される肥成分や量に合わせて、1回または数回の施肥で養の供給が可能になる肥料を肥効調節型肥料といい、温度を養分溶出の制限因子とする被覆肥料は、肥調節がしやすく、代表的な肥効調節型肥料である。

被覆肥料は水溶性の粒状肥料を硫黄、ポリオレイン樹脂、アルキッド樹脂などで表面を被覆し、肥発現の持続期間をコントロールできる肥料であり、オーティング肥料とも呼ばれている。

被覆肥料の最大の特徴は、肥効の持続性と溶コントロール性である。被覆肥料は肥効が緩やかで作物の根に接触しても周辺の土壌養液濃度を高めることがないため、定植時における1作分の施肥や所施肥が可能となり、追肥の省力化、肥料利用効向上と施肥量削減が同時に出来る可能性がある。また、地温などから肥効のシミュレーションができるため、作物の養分吸収特性に応じた施肥を行うことも可能である。

しかし、被覆肥料の溶出は種類によって異なるため、それぞれの溶出特性を十分に把握した上作物の種類や栽培法に応じて選定する必要がある。

(1) 溶出のメカニズム

CDUやIBなどの化学合成緩効性窒素肥料が加水分解や微生物分解によって肥効が発現するのに対し、被覆肥料は肥料成分の溶出を被膜によって物的に抑えているのが特徴で、被覆膜の厚さや性質変えることで溶出期間・速度を調節している。

被覆肥料での肥料溶出は、まず被覆膜内に水(水蒸気)が侵入して内部の肥料を溶かし、溶液だったものが外部にしみ出ることによって起こっている。

肥効発現は、CDUやIBなどの緩効性肥料が水分pH、熟畑度、粒度など多くの環境条件に影響されるのに対し、被覆肥料では温度、湿度に影響される度である。

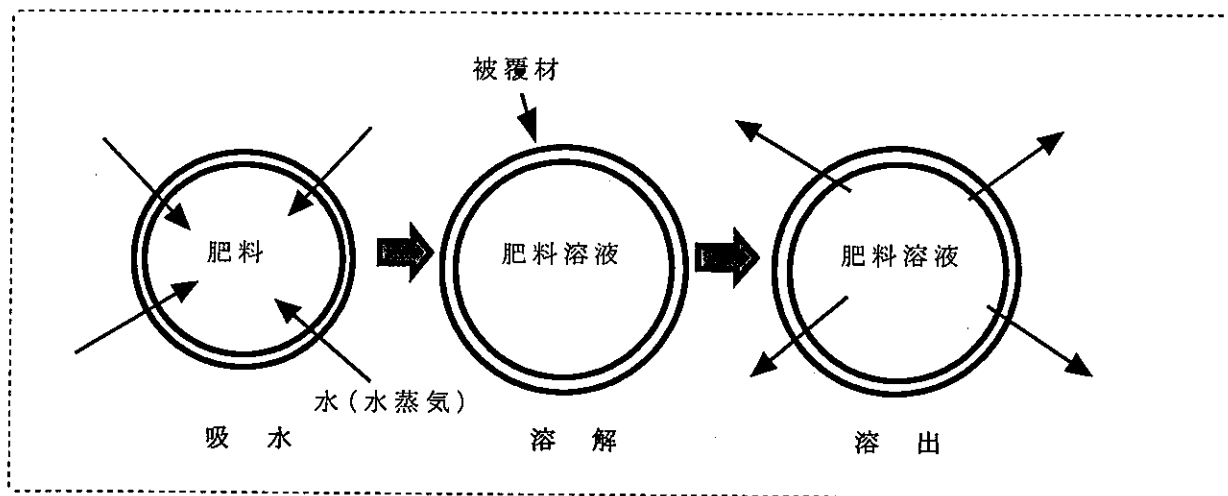


図4 溶出のメカニズム(模式図)

(2) 被覆肥料の種類

被覆肥料には尿素、硫安、硝酸カルシウムなどを被覆した被覆窒素肥料や、チッソ、リン酸、カリの3要素を含む被覆複合肥料、磷安を被覆したNPタイプ、NK化成を被覆したNKタイプ、さらには被覆カリや微量要素を加えたものまで多種多様のものが市販さ

れている。

溶出期間は、30日から最長360日までであり、栽培期間の異なるあらゆる作物に適応ができる。なお、被覆肥料の溶出期間は25℃、水中溶出法及び土中溶出法で、窒素の溶出が80%に達する日数や月数で表されている。

表6 被覆肥料の代表的な銘柄一覧

被膜材	シリーズ名	種肥料	溶出期間	メーカー	備考
硫黄	SC尿素	尿素	60,80,110	三井東圧肥料	リニア
	SC化成	化成肥料	60,80,90,110	三井東圧肥料	リニア、NPK、NKタイプ
ポリオレフィン	LPコート	尿素	30,40,50,70,100,120,140,180,270	チッソ旭	リニア、紫外線崩壊性
	LPコートS	尿素	40,60,80,100,120	チッソ旭	シグモイド、紫外線崩壊性
	エココート	尿素	70,100,140	チッソ旭	リニア、環境分解
	エムコートL	尿素	40,60,70,100,140	三菱化学	リニア
	エムコートS	尿素	60,80,100,120,140	三菱化学	シグモイド
	エムコートSH	尿素	80,90,100	三菱化学	シグモイド、環境崩壊
	ユーコート	尿素	30,50,70,90,110	宇部興産	
	ユートップ	尿素	30,50,70,90,110	宇部興産	
	ロングショウカル	硝酸カルシウム	40,70,100	チッソ旭	リニア、硝酸系
	被覆磷安	磷安	40,70,100,140	チッソ旭	リニア
	被覆塩加	塩化カリ	40,100	宇部興産	リニア
	ロング	化成肥料	40,70,100,140,180,270,360	チッソ旭	リニア、硝酸系
	スーパーロング	化成肥料	70,100,140,180	チッソ旭	シグモイド、硝酸系
	NKロング	化成肥料	70,100,140,180	チッソ旭	リニア
ロングトータル	化成肥料	40,70,100,140,180,270,360	チッソ旭	リニア、微量元素、硝酸系	
マイクロロングトータル	化成肥料	40,70,100	チッソ旭	リニア、マイクロサイズ	
アルキド	シグマコートU	尿素	2M,3M,4M(月数)	片倉チッカリン	シグモイド
	セラコートU	尿素	S(40),M(70),L(100),LL(120)	セントラル硝子	シグモイド
	シグマコート	化成肥料	2M,3M,4M(月数)	片倉チッカリン	シグモイド、硫加、塩加
	コープコート	化成肥料	2.5M,4M(月数)	コープケミカル	シグモイド、硫加、塩加
ポリウレタン	セラコートR	尿素	30,40,50,70,90,110	セントラル硝子	シグモイド

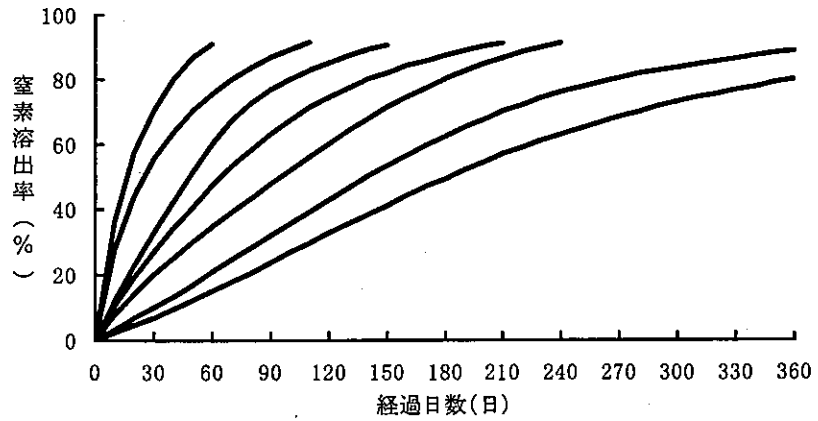


図5 被覆肥料の溶出パターンの例
(エコロンG:チッソ旭)

(3) 溶出のタイプ

被覆肥料の溶出パターンは、2つに分類でき、施肥直後から直線的に肥料成分の溶出が始まる「リニア型」と施肥初期に溶出抑制期間(ラグ期)を経てから溶出が開始する「シグモイド型」とがある。シグモイド型におけるラグ期は銘柄によって異なってくる。また、溶出タイプや溶出期間が同じであっても銘柄によって溶出パターンは異なってくる。

用する際には確認が必要である。被覆肥料の溶出は被覆膜内に水分(水蒸気)侵入して始まるが、その入速度は温度が高くなるほど早くなる。そのため、銘柄によって程度は異なるが、温度上昇とともに溶出は早まり、溶出期間が短くなる。被覆肥料は25℃までの溶出期間が表示されており、実際の溶出期間と表示されている期間と比較して地温が25℃以下では長く、25℃以上では短くなる。従って、地温を測っておくことによって最適な被覆肥料銘柄を選定することが可能となる。

(4) 温度依存性

温度依存性は銘柄によって大きく異なっており、使

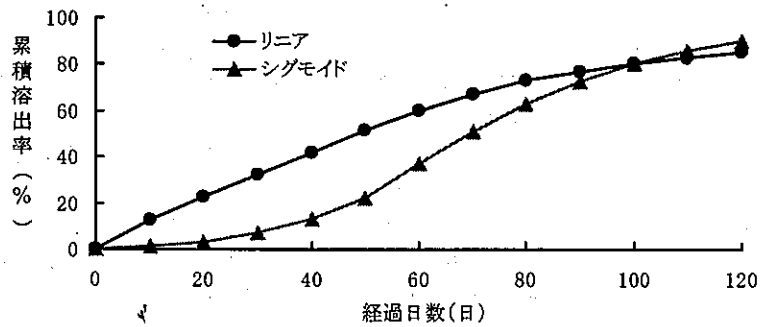


図6 リニア型とシグモイド型の溶出パターンの違い
(チッソ旭 被覆磷硝安加里:100日タイプ)

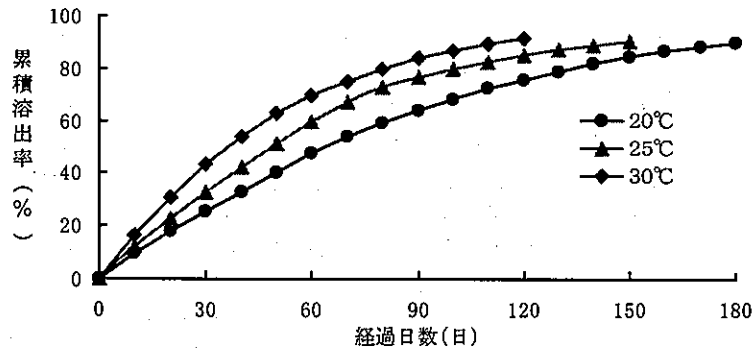


図7 温度が溶出パターンに及ぼす影響
(エコロンG100日タイプ:チッソ旭)

(5) 成分による溶出の違い

被覆肥料の溶出期間はチッソの溶出期間を表しており、被覆複合肥料では全ての成分ごとの溶出が同一にならない場合がある。種肥料である複合肥料を構成する化合物が被覆膜内で溶解する時の溶解度の違いが影響していると考えられており、たとえば、

種肥料に硝安と硫酸カリが存在するとチッソに比べてカリ、リン酸の溶出が遅く、溶出期間も長くなる。

被覆複合肥料でも化合物の溶解度の差が小さい場合や、硝酸カルシウムやリンアンのように単一の化合物を被覆したものは窒素と同じようにカリ、リン酸、カルシウムが溶出される。

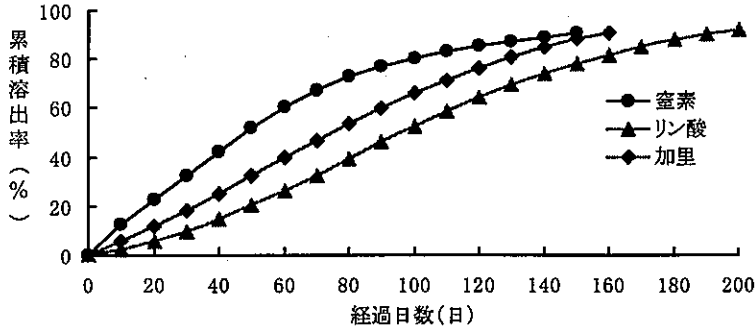


図8 被覆複合肥料の成分別溶出率の推移 (エコロン100日タイプ:チッソ旭)

(6) 活用上の留意点

ア 表面施肥

表面施肥の場合、肥料が空気に触れているため、乾燥状態になることがある。この場合、温度から予測した溶出より遅くなる。一度遅れると湿潤状態に戻しても回復することはなく、被覆肥料表面を湿潤状態に保つ必要がある。

失ってしまうので注意が必要である。したがって、できるだけ乾燥した条件で密封して保管する。

イ 被覆膜の損傷

被覆膜によって物理的に溶出をコントロールしているため、表面のキズなど被覆膜が損傷すると溶出が早まってしまう。

エ 被覆膜の分解性

微生物や光によって分解される樹脂を使ったものも販売されているが、樹脂系の被覆材は分解が遅いのが一般的であり、長期間ほ場に被覆材が残存することになる。しかし、被覆材自体は全く毒性などはない。

ウ 保管方法

湿度の高いところで開封したまま保管した場合などは、水分が肥料に侵入して溶出が開始する危険性があり、施肥された時に本来の溶出コントロール性を

(7) 被覆肥料を活用した施肥技術

ア 基肥全量施肥技術

作物の吸収パターンに合致した溶出タイプの被覆肥料を用いることにより、施肥成分を無駄なく吸収させることができ、これにより施肥量を削減することが可能になる。

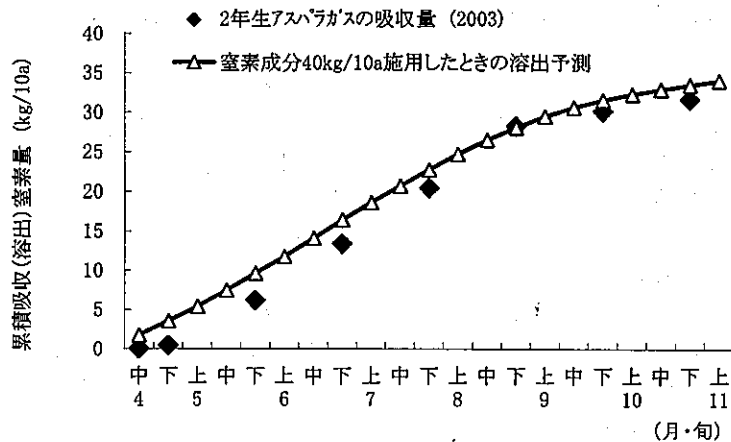


図9 2年生アスパラガスの窒素吸収量と被覆硝安加里(エコロン424-140Type)の窒素溶出パターン * 窒素の溶出予測は園芸研究センターの平均地温から算出した

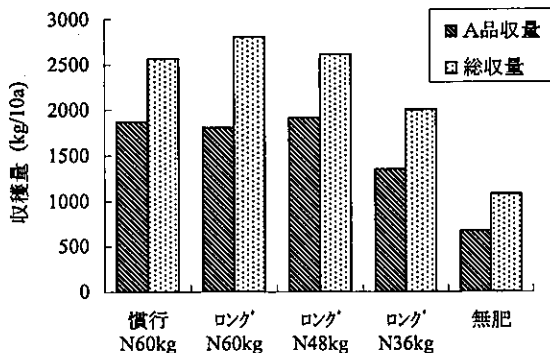


図10 施肥法の違いによるアスパラガスの収量性の比較
*4~7株2反復平均

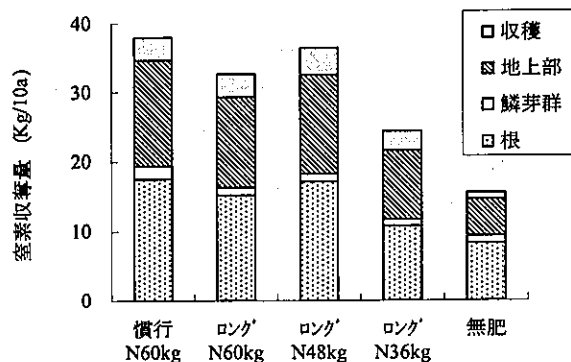


図11 施肥法の違いによるアスパラガスの窒素収量性の比較

イ 局所施肥技術

被覆肥料などの肥効調節型肥料を、作物の種子や根のある場所に集中的に施肥する技術。肥料の無駄が少なく、作物が効率的に養分吸収できるため、施肥の節減が可能である。

砂丘未熟土において、同一の肥料を用いた場合、

植え溝及びトップドレッシングによる局所施肥は、常の畦間散布に比べ利用効率が向上するため、行施肥に比べ24~25%の削減が可能である。また同一肥料の施肥量を削減することで、肥料コストが減される。

表7 ねぎにおける施肥方法別窒素吸収量及び適正な窒素施用量の算出(新潟農総研園研セ2004)

播種期	施用方法	施用間隔及び施用回数		施肥 N総量 kg/a	施用N ²⁾ 利用率 %	適正N ²⁾ 施用量 (総施用量) kg/a	肥料削減率 ³⁾		製品換算 ⁵⁾ 施用量 kg/a
		間隔 (根付肥施用後)	回数				理論値 基準	慣行量 基準	
2月まき	植溝局所施用	15~20日	7回	2.56	58.6	2.25 (0.21)	25.2%	33.8%	2.30 (0.0)
	慣行畦間施用	25~30日	5回	3.40	43.7	3.01 (0.29)			4.31 (0.0)
3月まき	植溝局所施用	15~20日	7回	2.56	62.8	2.57 (0.16)	36.2%	24.4%	1.89 (0.0)
	慣行畦間施用	25~30日	5回	3.40	40.0	4.03 (0.25)			4.26 (0.0)

1)品種:秀逸(2月まき)・龍翔(3月まき) 2)施用N利用率は差し引き法による 3)()内は標準誤差(±)を表す

4)肥料削減率:理論値基準は適正N施用量で慣行対比、慣行量基準は慣行施用N量に対する適正N施用量対比

5)製品換算施用量の算出根拠 使用肥料:ねぎ専用肥料S403、施用回数:植溝局所施用(7回)・慣行畦間施用(5回)
(根付肥「磷硝安加里」は含まれていない)

ウ 1回施肥2回どり技術

作付け期間の短いハウレンソウやこまつななどの葉菜類を中心に、1回の施肥で2回の作付け・収穫を行う技術。施肥、耕うん、マルチの張り替え等の作業を省略することができ、省力的である。

2作分の期間中に均一に成分が溶出するリニアタイプが主として使用され、地域、作物毎に最適な溶出期間の肥料タイプを選定しなければならない。

カ 養液栽培用肥料としての活用

養液栽培の培地中、あるいは培地表面に施用しかん水により成分を溶出させて、肥効を発揮させる術。本県の越後姫の高設栽培等で採用され、マニュアル化されているとおり、極めて簡単に肥培管理可能である。

用いる肥料は、窒素、リン酸、カリ以外に、作物必須元素の大部分を含んでいる被覆肥料を用い

エ 育苗時全量施肥技術

野菜の育苗時に、育苗培土の中に当該作物が生育全期間に吸収する肥料(通常は被覆肥料を用いる)を混入して育苗~栽培する技術。

オ 秋施肥春栽培用としての活用

ほ場条件のよい秋の好天時に施肥、うね立て、マルチを行い、冬が過ぎて気温が上昇してから作物の作付けを行う。春先の降雨や、遅い消雪による植え付け作業の遅延を防ぐことができる。

通常は冬期間の肥料成分の溶出、流亡を考慮してリニア型の被覆肥料を用いる場合が多い。

5 ノンストレス肥料の活用

施設栽培では、降雨の影響がほとんどなく、施用した肥料分が完全に作物に吸収されなかった場合、料の副成分を含め塩類が過剰に集積する傾向にある。また、特定成分が吸収される一方、特定の成分残存し、成分間の不均衡が生ずる。

野菜の施設栽培において過剰施肥した場合、酸イオンなどの肥料成分が吸収しきれず多く残存する。その結果、土壌ECが上がり、土壌溶液の浸透が高くなる。

また、野菜では、要求度の高い硝酸イオンやリン酸イオンなどに比べ、硫酸、塩安、塩化カリなどの

成分である硫酸イオンや塩素イオンなども土壤中に残存し、土壤溶液中のイオンのバランスが不均衡になる。

これらのことが作物に対してストレスとなり、生育不良や生理障害発生の一因となっている。

さらに、これらの硫酸イオンや塩素イオンを含めたイオン濃度が高まることは、土壤の酸性化につながり、さらには EC 値による施肥診断を困難にすることから、栽培上問題となっている。

このため、土壤の塩類集積と酸性化を抑えるため、硫酸イオンや塩素イオンを含まない肥料として、「ノンストレス肥料」が開発され、活用されてきている。ノンストレス肥料の窒素成分は磷安やウレアホルム、リン酸成分は磷安、リン酸、カリ成分はケイ酸カリなどとなっている。

ノンストレス肥料の継続使用により、塩類集積と酸性化を同時に抑制できるといわれている

6 低コスト型施肥

近年、世界的なバイオエタノール燃料や食料需要の増加等に伴って、肥料原料の国際相場は急騰し、国内の肥料価格も大幅に上昇した。施肥コストの急激な上昇による農業経営への影響が懸念され、施肥コスト低減が急務となっている。これを進めるためには、土壤診断や土壤分析を行い、地域ごとに見合った適正施肥等を行うことや、家畜ふん堆肥、安価な

肥料(単肥等)、土壤中残存養分等の有効利用等が求められている。

こうした背景から、価格の高いリン酸やカリの成分割合を低く抑え、価格を安く設定した肥料(L字型肥料)も多く発売されるようになってきている

これらの肥料を利用する場合は、事前に土壤分析を行い、リン酸、カリの残存量を把握するとともに、もしもの場合に単肥で不足成分を追肥できるような備えをする必要がある。

(1) 家畜ふん堆肥の有効利用

野菜栽培において、堆肥に多量に含まれるリン酸とカリを考慮して、堆肥の施用量を設定する。このとき、慣行施肥成分量を基準として、リン酸は2倍以内、カリは過剰が5%程度以内に収まるよう投入量を決定する。不足する窒素とカリは化学肥料の単肥で調整し、特に、窒素は有効成分(培養無機態窒素)が通常かなり少ないので、不足量を必ず化学肥料で施用する。

このような施肥法により、6年間春秋作11回にわたって栽培したときの露地野菜の収穫量は、通常の化学肥料だけを用いて生産する場合と同等の収量が確保できる。

また、施肥コスト(堆肥施用分含む)も、大幅に削減できる。

表8 リン酸、カリ成分に基づく堆肥と化学肥料の施用量(H16秋作キャベツの例)

試験区	栽培に必要な量			堆肥 施用量	堆肥由来成分量*			過不足**	
	N	P	K		N	P	K	N	P
牛ふん堆肥				1000	0.3	12.4	20.7	-19.7	-7.6
豚ふん堆肥	20	20	20	850	4.5	39.1	14.9	-15.5	+19.1
鶏ふん堆肥				800	3.9	31.3	20.9	-16.1	+11.2

* キャベツ1作に必要なチッソ、リン酸、カリそれぞれ20kg/10aに対し牛ふん、鶏ふんではカリ含有率が、豚分ではリン酸含有率が堆肥施用量の制限要因となる。

** チッソの不足分は硫酸で、カリの不足分は硫酸加里で補充し、リン酸の不足は無視した。

表9 堆肥を連続施用して生産した野菜のA品収穫量(慣行化学肥料区を100として)

試験区	ブロッコリー	レタス	ほうさい	にんじん	キャベツ	レタス	キャベツ	スイートコーン	レタス	ホウレンソウ	ほうさい
	H14秋	H15春	H15秋	H16春	H16秋	H17春	H17秋	H18春	H18秋	H19春	H19秋
慣行化学肥料	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
(慣行区A品収量 kg/10a)	(1,073)	(1,748)	(6,311)	(951)	(4,032)	(5,979)	(2,914)	(963)	(3,700)	(2,268)	(9,766)
牛ふん堆肥+化学肥料	99	98	91	105	109	98	110	105	100	127	92
豚ふん堆肥+化学肥料	77	98	100	100	100	104	103	104	117	116	98
鶏ふん堆肥+化学肥料	97	104	100	82	106	101	106	101	107	116	104
無肥料	41	46	0	74	24	34	38	61	47	14	38
牛ふん堆肥のみ	—	46	32	90	57	—	80	75	87	24	51
豚ふん堆肥のみ	—	60	45	106	93	—	86	89	114	47	70
鶏ふん堆肥のみ	—	68	71	48	88	—	86	93	119	53	78

表10 肥料成分を家畜ふん堆肥で代替した場合の施肥コスト試算

施肥方法	必要資材				合計金額
	CDU 畑作555	硫酸	硫酸加里	堆肥	
慣行施肥	134				30,251
牛ふん堆肥 肥料代替	30,251	94		1,538	12,763
豚ふん堆肥 肥料代替		74	11	1,308	12,629
鶏ふん堆肥 肥料代替		77		1,231	10,293
堆肥代替		4,139	2,102	6,154	

注1 上段:施用量(kg/10a)、下段:価格(円)

注2 資材単価(20kg袋) CDU畑作

555@4,515、硫酸@1,081、硫酸加里

注3 堆肥はいずれも@5,000円/tで計算した

注4 チッソ、リン酸、カリをいずれも20kg/10a施用する場合

(2)安価な肥料への移行

土壌分析や化成肥料代替資材利用により、単肥や低PK成分肥料の利用が可能となる。最近、リン酸やカリ成分を抑えた低成分肥料(L字型肥料)の販売が増加しているため、それらの利用により施肥コス

トの低減が図られる。

ただし、単肥や低PK成分肥料の利用は、土壌析や成分が把握された化成肥料代替資材の利用前提である。

表11 半促成キュウリにおける施肥コストの削減事例(試算)

慣行施肥例	施肥種別	肥料名	成分	施用量 (kg/10a)	成分施用量			肥料費	備考
			(N P K)		窒素	りん酸	加里		
慣行施肥例	基肥	緩効性高度化成	(15 15 15)	160	24.0	24.0	24.0	36,120	(@ 4,515 × 8袋)
		ようりん	(0 20 0)	80	0.0	16.0	0.0	8,492	(@ 2,123 × 4袋)
				基肥計	24.0	40.0	24.0		
	追肥	速効性高度化成	(18 0 18)	20	3.6	0.0	3.6	2,090	(@ 2,090 × 1袋)
		速効性高度化成	(18 0 18)	20	3.6	0.0	3.6	2,090	(@ 2,090 × 1袋)
		速効性高度化成	(18 0 18)	20	3.6	0.0	3.6	2,090	(@ 2,090 × 1袋)
		速効性高度化成	(18 0 18)	20	3.6	0.0	3.6	2,090	(@ 2,090 × 1袋)
		速効性高度化成	(18 0 18)	20	3.6	0.0	3.6	2,090	(@ 2,090 × 1袋)
				追肥計	18.0	0.0	18.0		
		合計				42.0	40.0	42.0	55,062
リン、カリ約30%削減	施肥種別	肥料名	成分	施用量 (kg/10a)	成分施用量			肥料費	備考
	(N P K)	窒素	りん酸	加里					
	基肥	緩効性高度化成	(15 15 15)	140	21.0	21.0	21.0	31,605	(@ 4,515 × 7袋)
		ようりん	(0 20 0)	40	0.0	8.0	0.0	4,246	(@ 2,123 × 2袋)
		塩化加里	(0 0 60)	10	0.0	0.0	6.0	1,350	(@ 2,700 × 0.5袋)
				基肥計	21.0	29.0	27.0		
	追肥	硫安	(21 0 0)	20	4.2	0.0	0.0	1,081	(@ 1,081 × 1袋)
		硫安	(21 0 0)	20	4.2	0.0	0.0	1,081	(@ 1,081 × 1袋)
		硫安	(21 0 0)	20	4.2	0.0	0.0	1,081	(@ 1,081 × 1袋)
		硫安	(21 0 0)	20	4.2	0.0	0.0	1,081	(@ 1,081 × 1袋)
硫安		(21 0 0)	20	4.2	0.0	0.0	1,081	(@ 1,081 × 1袋)	
			追肥計	21.0	0.0	0.0			
	合計				42.0	29.0	27.0	42,606	
	削減率(%)				28	36	23		
リン、カリ約50%削減	施肥種別	肥料名	成分	施用量 (kg/10a)	成分施用量			肥料費	備考
	(N P K)	窒素	りん酸	加里					
	基肥	緩効性高度化成	(15 15 15)	80	12.0	12.0	12.0	18,060	(@ 4,515 × 4袋)
		尿素	(46 0 0)	20	9.2	0.0	0.0	2,096	(@ 2,096 × 1袋)
		ようりん	(0 20 0)	40	0.0	8.0	0.0	4,246	(@ 2,123 × 2袋)
		塩化加里	(0 0 60)	10	0.0	0.0	6.0	1,350	(@ 2,700 × 0.5袋)
				基肥計	21.2	20.0	18.0		
	追肥	硫安	(21 0 0)	20	4.2	0.0	0.0	1,081	(@ 1,081 × 1袋)
		硫安	(21 0 0)	20	4.2	0.0	0.0	1,081	(@ 1,081 × 1袋)
		硫安	(21 0 0)	20	4.2	0.0	0.0	1,081	(@ 1,081 × 1袋)
硫安		(21 0 0)	20	4.2	0.0	0.0	1,081	(@ 1,081 × 1袋)	
硫安		(21 0 0)	20	4.2	0.0	0.0	1,081	(@ 1,081 × 1袋)	
			追肥計	21.0	0.0	0.0			
	合計				42.2	20.0	18.0	31,157	
	削減率(%)				50	57	43		
施肥の全てを単肥で施用した場合	施肥種別	肥料名	成分	施用量 (kg/10a)	成分施用量			肥料費	備考
	(N P K)	窒素	りん酸	加里					
	基肥	硫安	(21 0 0)	120	25.2	0.0	0.0	6,486	(@ 1,081 × 6袋)
		ようりん	(0 20 0)	200	0.0	40.0	0.0	21,230	(@ 2,123 × 10袋)
		塩化加里	(0 0 60)	40	0.0	0.0	24.0	5,400	(@ 2,700 × 2袋)
				基肥計	25.2	40.0	24.0		
	追肥	硫安	(21 0 0)	20	4.2	0.0	0.0	1,081	(@ 1,081 × 1袋)
		硫安	(21 0 0)	20	4.2	0.0	0.0	1,081	(@ 1,081 × 1袋)
		硫安	(21 0 0)	20	4.2	0.0	0.0	1,081	(@ 1,081 × 1袋)
		硫安	(21 0 0)	20	4.2	0.0	0.0	1,081	(@ 1,081 × 1袋)
塩化加里		(0 0 60)	10	0.0	0.0	6.0	1,350	(@ 2,700 × 0.5袋)	
塩化加里		(0 0 60)	10	0.0	0.0	6.0	1,350	(@ 2,700 × 0.5袋)	
塩化加里		(0 0 60)	10	0.0	0.0	6.0	1,350	(@ 2,700 × 0.5袋)	
			追肥計	16.8	0.0	18.0			
	合計				42.0	40.0	42.0	41,490	
	削減率(%)				0	0	25		

* りん酸、加里が過剰に蓄積した施設土壌を前提とする

* りん酸、加里が過剰蓄積した施設土壌では、石灰も過剰な場合が多いと考えられるので、石灰/苦土比、苦土/加里比を留意して石灰類の施用量削減も検討する