

園芸作物のための施肥コスト低減マニュアル

第1 施肥コスト低減に取り組むために

1 今回、マニュアルを作成する背景

平成20肥料年度（平成20年7月1日～平成21年6月30日）における肥料卸売価格の大幅値上げの背景には、中国等をはじめとする世界的な食料需要の増大や、アメリカ合衆国等でのバイオマス燃料生産の拡大を契機とする肥料に対する世界的需要の増大がある。

また、肥料生産国（中国、中南米諸国）や肥料輸出業者らが、今後益々、肥料の国際的需給ギャップが深まるとの見込みから、自国の農業生産に必要な肥料原料の確保や肥料高騰の一層の進行を見込んで、肥料の生産・輸出を抑制していることが、肥料原料価格の高騰に拍車をかけている。

こうしたことから、今回の肥料価格の高騰は一過性ではなく今後も続くとの前提に立ち、施肥コストの低減を可能とする施肥技術を速やかに普及するために、園芸（野菜、果樹）における施肥コスト低減の基本的な技術対策を作成した。

2 マニュアルの構成と使い方

このマニュアルは、指導機関（JA営農指導員や普及指導員等）が、園芸品目の生産者に対して施肥コスト低減に向けた指導を行う際に参考にすることを想定して作成した。

各指導機関では、このマニュアルを参考としながら、産地の施肥基準の見直しや実証試験に取り組む等、産地や生産者の実情を踏まえた施肥コスト低減の取り組みを着実に推進する。

第2 施肥コスト低減の基本的な考え方と具体的な取り組みの進め方

1 土壌診断に基づき、過剰な施肥を避ける

これまで実施してきた土壌診断は、主として、肥料成分の過剰・欠乏による生育障害の回避、収量や品質の向上を目的としており、施肥コストの低減を目的とすることはあまりなかった。

このため、今後、土壌診断結果および栽培履歴等を踏まえて、産地ごとの施肥基準を見直すとともに、土壌中の養分量に応じて施肥量を加減するよう指導する。

なお、施肥量を大幅に削減する場合は、作物が吸収し圃場から持ち出す養分量を少なくとも施肥することが望ましい。

また、土壌改善目標値を下回らないよう、数年ごとに土壌診断を行い、施肥量の見直しを行う。

2 肥料成分を効率的に利用する新たな施肥技術を導入し、施肥量を削減する

局所施肥（部分施肥）、肥効調節型肥料の利用、養液土耕などの効率的な施肥技術の導入を進める。

ただし、新たな肥料や施肥方法を導入する場合は、収量や品質に影響することもあるので、まず現地での実証試験を行い、その結果を踏まえて普及することを基本とする。

3 家畜ふん堆肥、緑肥作物の利用を促進し、化学肥料の施用量を削減する

家畜ふん堆肥、緑肥作物等の肥料成分を多く含む有機質資材を利用することにより、化学肥料の施肥量を削減することができる。

ただし、有機質資材は原料や熟度等により施肥効果の出方に差があり、収量や品質に影響することがあるので、まず現地での実証試験を行い、その結果を踏まえて普及することを基本とする。

4 肥料の調達方法等を工夫し、肥料費を削減する

単肥の自家配合やまとめ買いによる値引き等、生産者や産地の工夫による肥料コスト低減の取り組みについては、関係機関による情報提供や生産者相互の情報交換を促進する。

第3 施肥コスト低減対策

1 土壌診断に基づき、過剰な施肥を避ける

(1) 土壌診断データの活用方法

土壌診断による分析値と基準値（表 1、2、3）を比較して、施肥改善の対応方針を決め（表 4）、各成分ごとに適正な施肥量を算出する。

表1 野菜の土壌化学性診断基準（石川県農業情報センター H3年土壌診断プログラム）

項目	すいか	とまと	きゅうり	メロン	その他 果菜類	ほうれん そう	その他 葉菜類	だいこん	その他 根菜類
pH(H ₂ O)	5.5~6.5	6.0~6.5	6.0~6.5	6.0~6.5	6.0~6.5	6.5~7.0	6.0~6.5	5.5~6.0	5.5~6.5
交換性石灰の飽和度 %	50~60	60~80	50~60	60~80	60~80	60~90	60~80	50~60	60~80
交換性苦土の飽和度 %	10~15	10~15	10~15	10~15	10~15	10~15	10~15	10~15	10~15
交換性加里の飽和度 %	5~8	5~8	5~8	5~8	5~8	5~8	5~8	5~8	5~8
石灰/苦土	3~6	3~6	3~6	3~6	3~6	3~6	3~6	3~6	3~6
苦土/加里	2以上	2以上	2以上	2以上	2以上	2以上	2以上	2以上	2以上
可給態リン酸 mg/100g	20~40	20~40	20~40	20~40	20~40	20~40	20~40	10~30	10~30
腐植 %	3以上	3以上	3以上	3以上	3以上	3以上	3以上	3以上	3以上

表2 果樹の土壌化学性診断基準（石川県農業情報センター H3年土壌診断プログラム）

項目	りんご	なし	ぶどう	もも	かき	くり	うめ	いちじく	その他 果樹
pH(H ₂ O)	5.5~6.5	5.5~6.5	6.0~7.0	5.0~6.5	5.5~6.8	5.0~5.5	5.5~6.0	6.0~6.5	5.5~6.5
交換性石灰の飽和度 %	50~80	50~80	60~90	50~70	50~70	30~40	40~60	60~70	50~80
交換性苦土の飽和度 %	10~15	10~15	10~15	10~15	10~15	10~15	10~15	10~15	10~15
交換性加里の飽和度 %	5~8	5~8	5~8	5~8	5~8	5~8	5~8	5~8	5~8
石灰/苦土	4~8	6~7	4~8	4~8	4~8	3~6	3~6	3~6	6~7
苦土/加里	2以上	2以上	2以上	2以上	2以上	2~5	2以上	2以上	2以上
可給態リン酸 mg/100g	10以上	20以上	10以上	10以上	10以上	5以上	10以上	10以上	20以上
腐植 %	3以上	3以上	3以上	3以上	3以上	3以上	3以上	3以上	3以上

表3 土性別の交換性塩基含量の基準値

土性	陽イオン交換容量(me)	塩基含量(mg/100g)		
		石灰	苦土	加里
砂土	5	80~110	10~20	10~20
壤土~埴壤土	10	160~220	20~40	20~40
埴土	20	320~440	40~80	40~80

表4 土壌診断に基づく減肥イメージ

パターン	施肥改善の対応方針
分析値 > 土壌診断基準値	施肥基準量より減肥が可能
分析値 = 土壌診断基準値	施肥基準量どおり施肥する
分析値 < 土壌診断基準値	施肥基準量に不足する量を追加して施肥する

(2) リン酸肥料の減肥

本県の農地は全般にリン酸の肥沃度が低い実態にある上、施肥されたリン酸の多くは、土壤に固定されて不可給態（作物が吸収できない）となり、利用率は一般に10～20%前後と低いとされている。

また、リン酸は過剰害が発生しにくいいため元々多めに投入される傾向があることに加え、本県では土作りのため、リン酸肥料やリン酸を含む土壤改良材の投入が奨励されてきたことから、近年、施設園芸や果樹園の一部でリン酸含有量の多い土壤も見られるようになってきている。

このような圃場では、表5を目安に有効態リン酸含量からリン酸施肥量を算出し、作物の生育状況を見ながら、リン酸肥料の施肥量を徐々に削減する方向で施肥改善を進める。

なお、土壤中の有効態リン酸含量が100mg以上の場合でも「無施用」とせず、少なくともその作物の養分吸収量（表6）に相当する量を施肥することが望ましい。

※ 本県ではリン酸を無施用とした実証事例が少ないこと、土壤中の有効態リン酸は土壤pH7.0の条件において年間17%程度が自然減少することによる。

表5 土壤中の有効態リン酸によるリン酸施肥量の目安

土壤中の有効態リン酸含量 (mg/100g)	リン酸施肥量(目安)
基準値下限未満	地区の施肥基準量+リン酸資材（土づくり資材）
基準値の範囲	地区の施肥基準量
基準値上限～80mg	地区の施肥基準量の80%
80mg～100mg	地区の施肥基準量の50%
100mg以上	作物による持ち出し量（養分吸収量）

注1） 出典：京都府農林水産部「肥料価格高騰に対応した技術対策」 改変

注2） 土壤診断の結果は、「乾燥土壤100g中に肥料成分〇〇mgが含まれる」という形で示される。

「面積10アール当たりで作土の深さ10cm」の土壤重量は、おおむね100tであることから、土壤診断結果が「〇〇mg」であれば、10アール当たりの土壤中の肥料成分量は「〇〇kg」と見なすことができる。

この計算方法は、土壤の仮比重がおおむね「1」であること及び作土が10cmという前提に立っている。

表6 作物の収穫物1ト当たりの全地上部養分吸収量および収穫物養分吸収量

作物名	植物体養分吸収量			収穫物養分吸収量			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
	kg/t	kg/t	kg/t	kg/t	kg/t	kg/t	
いも類	カンショ	4.21	1.27	5.93	2.10	0.78	3.01
	バレイショ	2.65	1.08	7.15	1.89	0.89	5.00
野菜	キュウリ	1.78	1.11	3.99	1.07	0.56	2.28
	トマト	1.52	0.64	3.57	0.92	0.44	2.47
	ナス	2.69	0.89	4.55	1.62	0.60	2.42
	カボチャ	2.77	1.00	5.45	1.49	0.81	3.17
	イチゴ	3.14	1.54	6.44	2.15	0.92	3.77
	スイカ	1.81	0.73	8.28	1.29	0.49	5.94
	温室メロン	5.25	2.09	16.18	2.80	1.11	11.87
	キャベツ	4.83	1.25	5.16	2.52	0.73	2.76
	ハクサイ	2.07	0.82	4.43	1.39	0.57	2.64
	ハウレンソウ	4.63	1.29	8.51	4.63	1.29	8.51
	ネギ	4.47	1.15	4.37	2.95	0.63	2.53
	タマネギ	1.91	0.94	2.45	1.72	0.87	2.15
	ダイコン	2.15	0.93	4.28	1.05	0.57	2.65
	カブ	5.65	2.47	7.77	1.40	0.50	2.80
	ニンジン	2.03	0.63	4.99	1.24	0.52	3.14
	レンコン	8.00	1.80	9.13	3.40	1.40	5.60
ヤマノイモ	4.67	1.23	5.37	3.65	0.96	4.14	
果樹	リンゴ	3.10	0.82	3.20	0.3	0.2	1.3
	ブドウ	5.87	2.80	6.80	0.8	0.3	1.6
	日本ナシ	4.43	1.80	3.99	0.5		1.7
	モモ	5.38	2.17	7.65	1.0	0.3	2.0
	ウメ				1.1	0.3	2.9
	カキ				0.6	0.3	2.0
	クリ	5.95	1.50	5.28	4.3	1.5	6.0

※出典:わが国の農作物の養分収支(環境保全型農業研究連絡会ニュース No.33 1996年11月)

注) 表6に基づき、作物によって圃場外へ持ち出される養分量を計算する方法

「ダイコンで収量 6 t/10a を前提とすると」

① ダイコン収穫後、葉部を圃場にすき込んだ場合

リン酸: 6 t/10a × 0.57kg/t (収穫物養分吸収量) = 3.4 kg/10a を圃場外へ持ち出し

カリ: 6 t/10a × 2.65 kg/t (収穫物養分吸収量) = 15.9 kg/10a を圃場外へ持ち出し

② ダイコン収穫後、葉部も圃場から持ち出して処理した場合

リン酸: 6 t/10a × 0.93 kg/t (植物体養分吸収量) = 5.6 kg/10a を圃場外へ持ち出し

カリ: 6 t/10a × 4.28 kg/t (植物体養分吸収量) = 25.7 kg/10a を圃場外へ持ち出し

(3) カリの減肥

カリは、水溶性・速効性で作物に吸収されやすいが、降雨や灌水により圃場外へ流出する部分も多い。また、カリの欠乏症は顕著に現れるが、過剰症はほとんどみられないことから、必要以上に施肥される傾向がある。

このため、作物の生育状況を見ながら、CEC(陽イオン交換容量、土壌の保肥力)の8%、あるいは土性別の交換性塩基含量の基準値(表3)を目安に、この値を上回った分を施肥基準値から減肥する方向で検討する。

☆土壌の交換性カリ含量に基づく減肥量の算出方法

CECの8% = 診断基準値の上限

交換性カリ含量の上限値 (A) = CEC × 8% × 47.1 (K₂O分子量)

〈 計算例 〉

CEC : 15me、交換性カリの分析値 (B) : 60mg/100g、作土 10cm で比重 1.0 の場合
 カリ肥料の減肥量 = B - A = 60 kg/10a - (15 × 0.08 × 47.1) = 3.5 kg/10a

また、カリ、苦土 (マグネシウム)、石灰 (カルシウム) の間には拮抗作用があり、たとえば、カリ過剰になると、苦土や石灰の吸収を抑制し、欠乏症が現れる。このため、それぞれの土壌含有量だけではなく、これら塩基バランス (表 3) にも十分に配慮する必要がある。

(4) 他都道府県の施肥基準が農林水産省のホームページで紹介されているので参考にする。

http://www.maff.go.jp/sehiki_jun/top.html

2 肥料成分を効率的に利用する新たな施肥技術を導入し、施肥量を削減する

(1) 局所施肥 (部分施肥) の導入

局所施肥は、作物の根の周囲に限定して施肥するもので、圃場の全面施肥に比べて少ない施肥量で済む施肥技術である。

最近、露地野菜ではうね立てしながら同時に施肥できる専用のアタッチメントも開発されている。

表 7 局所施肥の種類と内容等

種 類	内 容	減肥率の目安
条施肥	植え付け部に、すじ状に施肥	基肥量の2～3割
植え穴施肥	植え穴に施肥 (土とよく混和すること)	〃 の3～4割
うね内施肥	うね部だけに施肥 (キャベツやだいこん等で専用機械が開発されている)	〃 の2～3割
部分施肥 (うね間施肥、たこつぼ施肥等)	根が伸長している場所の地表に施肥、あるいは穴を掘って施肥	〃 の1～2割

局所施肥技術を導入するに当たっては、以下の点に留意する。

- ① 局所施肥は、根の周囲に集中して施肥するので土壌中の肥料濃度が高くなり、根に障害が発生する場合があるので、施肥量に注意するとともに肥効調節型肥料など濃度障害の少ない肥料を用い、土壌と十分混和することが必要。
- ② 有機質肥料を局所施肥する場合は、土壌微生物が働いて肥料を速やかに分解するよう、土壌と十分混和するとともに、圃場の排水改善を図る。
- ③ 果樹で部分施肥する際には、施肥時に根を切り過ぎないように注意する。

(2) 肥効調節型肥料の導入

肥効調節型肥料とは、農作物の生育ステージに合わせて肥料成分の溶出量を計算し、特殊な加工技術を用いて製造する化成肥料である。このため、肥料成分量当たりの販売単価は通常の肥料よりも高価であるが、肥料の利用効率が高いので、施肥量を2割程度削減することができ、ひいては肥料費の節減が期待できる。

また、長期間、肥料の効果が継続するので追肥をある程度省略できること（省力化）、一度に多量の施肥を行っても濃度障害が出にくいという利点もある。

表8 主な肥効調節型肥料

種類	主な銘柄	特徴	溶出タイプ
被覆尿素	LPコート、Mコート等	尿素（チッソ成分のみ）のコーティング肥料 〃 Sタイプ、SSタイプ	リニア シグモイド
被覆燐硝安加里	ロング	複合肥料のコーティング肥料	リニア
被覆硝安加里	NKコート	チッソ、カリの複合肥料のコーティング肥料	リニア
被覆燐加安	シグマコート	尿素、粒状複合肥料の表面を生物分解性のアルキッド樹脂で被覆した肥料	シグモイド
硫黄被覆尿素	SCU	尿素を硫黄とワックスで被覆(コーティング)した肥料で微生物分解による肥効調整	リニア
肥効調節型IB	スーパーIB	緩効性窒素肥料IBDUを主原料に、造粒助剤を添加した肥料	放物線
肥効調節型CDU	ハイパーCDU	尿素とアセトアルデヒドを縮合させた緩効性肥料で微生物分解による肥効調整	

肥効調節型肥料における肥料成分の溶出量は、一定の作型や気象状況（地温、土壤水分等）を前提として設計してあるため、前提が異なる場合には理論どおりの肥効が得られないことがあるので、現地へ普及する際には必ず実証試験を行う。

(3) 養液土耕栽培の導入

液肥をかん水に混入し、点滴かん水等の装置を利用してかん水と同時に施肥する技術である。

一般的には基肥は施用せずに、農作物の生育ステージに合わせて施肥量を調節するとともに、農作物の根が集中する部分にのみ施肥するので、肥料の利用効率が高い。

また、生育状態を見ながら、リアルタイムで肥料成分の配合割合を変えれば、さらに肥料の節減効果が大きくなる。

養液土耕栽培を導入する際には、以下の点に留意する。

- ① 施設整備（初期投資）に経費がかかる。
- ② 農作物の根域が狭いため、通常栽培のように土壤中の肥料成分や緩衝能力を利用することができないので、生育状況の観察と栽培管理に高い精度が求められる。

3 家畜ふん堆肥、緑肥作物の利用を促進し、化学肥料の施用量を削減する

(1) 家畜ふん堆肥の利用

家畜ふん堆肥など有機質資材の中には肥料成分が含まれており、これを利用することを前提に施肥設計を行えば、化学肥料の使用量を削減することができる。

☆ 堆肥施用における施肥量の求め方

$$\text{堆肥中の有効成分量(kg/10a)} = \text{堆肥施用量(kg/10a)} \times \text{堆肥の成分含有率(\%)} \times \text{有効化率(\%)}$$

$$\text{施肥量(kg/10a)} = \text{施肥基準量(kg/10a)} - \text{堆肥中の有効成分量(kg/10a)}$$

なお、成分量、有効化率については、表9を参考にする。

表9 各種有機物1tに含まれる成分量と1年間の有効成分量

種別	有機物名	成分量(kg/現物)*					有効成分量(kg/現物)*			有効化率(%)**			
		水分(%)	窒素	リン酸	カリウム	石灰	苦土	窒素	リン酸	カリウム	窒素	リン酸	カリウム
家畜ふん堆肥	牛ふん	50	11	15	15	21	7	2	9	13	20	60	90
	豚ふん	29	27	50	21	45	18	14	35	19	50	70	90
	鶏ふん	20	28	59	31	127	18	17	41	28	60	70	90
木質混合堆肥	牛ふん	58	8	10	11	11	5	1	5	10	10	50	90
	豚ふん	44	14	30	15	29	8	4	18	13	30	60	90
	鶏ふん	37	23	38	20	40	17	7	23	18	30	60	90
その他の堆肥	稲わら	75	4	2	4	1	1	1	1	4	30	50	90
	剪定くず	64	5	1	2	10	2	0	1	2	0	50	90
	バーグ	61	5	3	3	21	9	0	2	3	0	50	90
	モミガラ	55	5	6	5	7	1	1	3	4	20	50	90
	都市ゴミ	47	9	5	5	24	3	3	3	4	30	60	90
	下水汚泥堆積物	58	15	22	1	43	5	12	15	1	80	70	90
緑肥	食品産業廃棄物	63	14	10	4	18	3	10	7	3	70	70	90
	レンゲ	77	6	1	3	3	1	2	1	3	30	50	90
	ソルゴー	80	3	1	8	1	1	1	1	7	20	50	90
	トリアンライグラス	78	4	1	7	2	1	1	1	6	30	50	90
	トウモロコシ	81	4	1	2	3	1	1	1	2	30	50	90

*成分量、有効成分量は、神奈川県(1994, 2001)を参考に作成した。

**有効化率は、神奈川県(1994, 2001)及び千葉県(2001)を参考に作成した。

注1) 成分量と有効成分量は各有機物の現物当たりの量

注2) 有効成分量は施用後1年間に有効化すると推定される成分量

家畜ふん堆肥等の有機質資材を導入するに当たっては、以下の点に留意する。

- ① 有機質資材は、含まれる肥料成分の量や肥料効果が現れてくる時期が一定していないため、使用する際にはその性質を十分把握しておくことが重要である。
- ② 未熟な堆肥を多量に施用すると、かえって土壌の状態が悪化し、農作物に生育障害が発生する場合もあるので、注意が必要である。
- ③ 有機質資材の多くは、化学肥料に比べて水分が多く、重量の割りにかさばるものが多い。このため、資材価格は安価でも、運搬や圃場散布にかかる経費が割高になったり、広い保管場所が必要になったりする場合があるので、注意する。

特に、家畜糞は、悪臭や汚水、衛生害虫(ハエ等)の発生が近隣住民とのトラブルを招く可能性があるため、導入する前に十分検討しておく必要がある。

(2) 緑肥作物の利用

前作などの残存肥料分が多い圃場では無施肥で緑肥作物（レンゲやヘアリーベッチ等）を栽培し、圃場にすき込むことにより土づくりとともに窒素肥料等の節減が可能である。主な緑肥作物の特性は表10のとおりである。

表10 主な緑肥作物の特性（石川農研）

作物名	生産量(乾物) (kg/10a)	C/N比*1	養分吸収量(kg/10a)			有効成分量(kg/10a)*2		
			窒素	リン酸	カリウム	窒素	リン酸	カリウム
セスバニア	1100	20.7	23.2	5.6	21.9	4.6	3.4	19.7
青刈大豆	700	19.2	11.0	2.9	14.4	3.3	1.7	13.0
アカクローバ	300	17.5	8.0	2.1	10.7	2.4	1.3	9.6
マリーゴールド	1000	13.8	36.9	8.5	45.7	14.8	5.1	41.1
ソルガム	1000	63.8	8.6	6.9	43.1	0.0	4.1	38.8
エンバク	700	26.0	6.3	3.1	15.0	1.3	1.9	13.5
レンゲ	300	11.7	9.8	2.8	10.5	3.9	1.7	9.5
ヘアリーベッチ	600	18.0	16.0	5.0	7.0	4.8	3.0	6.3

*1 C/N比は、有機物中の炭素量(C)を窒素量(N)で割ったもの。C/N比が高いほど分解が遅れる。

*2 有効成分は、施用後1年以内に有効化される成分量

4 肥料の調達方法等を工夫し、肥料費を削減する

(1) 低価格肥料の選択

リン酸やカリの成分量を減らした肥料（いわゆる低成分肥料）が新たに販売されているので、土壤診断等で、リン酸等の過剰蓄積が確認された場合は導入する。

通常、化成肥料や配合肥料よりも、同じ肥料成分量なら単肥の方が安価なので、自家配合の労力はかかるものの、肥料費節減になる。

また、単肥なら配合割合を自分で変えられるので、不要な成分を削減できる。

(2) 割引制度等の活用

土壤診断等により施肥設計を行えば、計画的に肥料購入を行うことができるので、大量一括購入や予約購入に対する割引制度を利用でき、肥料費節減になる。