

肥料コスト低減に向けた 技術マニュアル

令和5年2月

福島県農林水産部

目 次

はじめに	1
I 肥料コスト低減に向けた技術対策	1
1 肥料コスト低減に向けた基本的な考え方	1
2 技術対策	2
（1）土壌診断や栄養診断による肥料の削減	2
ア 土壌診断	
イ 栄養診断	
ウ 土壌環境の長期的変化	
（2）短期的技術対策と留意点	4
ア 局所施肥技術	
イ 肥効調節型肥料	
（3）長期的技術対策と留意点	5
ア 有機物投入と施肥調節	
イ 緑肥	
II 作物別減肥基準	8
1 窒素	8
2 リン酸・カリ	8
（1）水 稲	
（2）畑作物	
（3）野 菜	
（4）果 樹	
（5）花 き	
III 作物別技術対策のポイント	11
1 作物（水稲・大豆・麦類）	11
2 野 菜	15
3 果 樹	18
4 花 き	21
5 飼料作物	24
IV 参考資料	27
1 福島県における放射性セシウム吸収抑制に必要な交換性カリ含量の目標値	27
2 福島県施肥基準（平成31年3月改訂）作物別施肥基準	27
（1）作物	
（2）野菜	
（3）果樹	
（4）花き	
（5）飼料作物	
3 全国減肥基準からみた土壌リン酸およびカリウムにおける減肥の指標値と100%減肥とする基準値（案）	55
4 研究成果一覧	55
5 各種資料へのリンク	57
V 肥料価格高騰対策事業の取組メニュー	58

はじめに

世界的な穀物需要の増加やエネルギー価格の上昇に加え、ロシアによるウクライナ侵略等の影響により、化学肥料原料の国際価格が大幅に上昇し、肥料価格が急騰しています。

そこで、農業生産に不可欠な肥培管理を再度見直し、持続的な安定生産を可能にするため、効率的な施肥の実施による肥料節減を推進しましょう。

I 肥料コスト低減に向けた技術対策

- 土壌診断や栄養診断を適切に実施し、診断結果に基づく施肥に努めましょう。
- 局所施肥技術や肥効調節型肥料の活用により、肥料の利用率を高めましょう。
- 有機物や緑肥の活用により地力増進に努め、化学肥料の節減を図りましょう。

1 肥料コスト低減に向けた基本的な考え方

肥料を節減するためには、現在の土壌中の肥料成分が適正であるかを把握し、作物の生育に適した肥培管理と土づくりを行う必要があります。本県においては、近年、担い手の高齢化等農業を取り巻く諸情勢の変化に伴い、土づくり作業が粗放化し、作業効率の重視による作土の浅層化や化学肥料への過度な依存等により地力低下や環境への負荷が懸念されています。また、多くの肥料成分は土壌中に蓄積している傾向が見られますので、以下の点に留意して肥料節減に取り組みしましょう。

(1) 土壌診断

土壌診断は、対象作物ごとに主要な肥料成分のバランスが適正であるかを土壌分析により診断する方法です(図1)。定期的な診断により土壌を健全に保つことで、作物の生育に応じた無駄の少ない施肥が可能で、また、過剰な施肥を防止するとともに、不足する成分を特定できることから、生理障害の回避や原因の早期発見に役立てることができます。

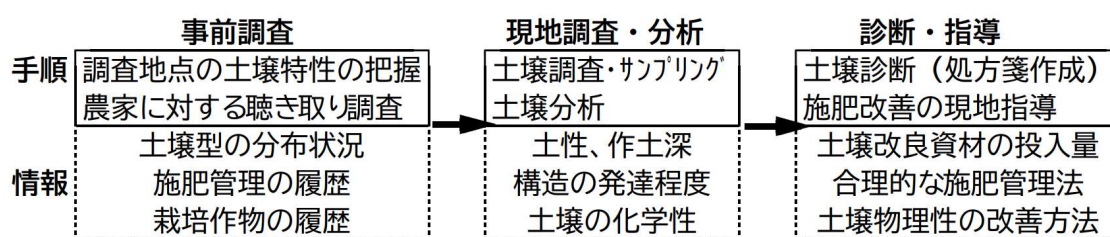


図1 土壌診断の進め方

(2) 肥効からみた適正施肥(短期的対策)

栄養診断は、土壌中の肥料成分の増加に応じて変化する植物体の部位を用いて、養分の過剰な吸収や不足状態を判定する方法です。対象作物の栄養状態の良否を判断することができ、より安定的に高品質な農産物を生産するための施肥設計を検討する資料となります。具体的には、草丈や葉の大きさ、伸長量、葉色等、生育の指標を参考にして、窒素成分を中心に施肥量を調節します。周年栽培が行われている園芸作物では、作付けごとの土壌診断が難しいことから、葉の抽出物から体内成分の硝酸イオン濃度を測定するリアルタイム栄養診断により、基準値に従って追肥の必要性を判断します(表1)。

表1 夏秋トマトのリアルタイム診断基準値と追肥量(福島農試, 2003)

診断値 (NO ₃ ppm)	1～3段果房時	7,000ppm以下で追肥
	4～10段果房時	4,000ppm以下で追肥

追肥量	1回あたり窒素で1.5kg/10aで実施	

(3) 土づくり(長期的対策)

土づくりは、作物の根が良く伸長し円滑に機能するように、土壌の物理性、化学性、生物性を改良し土壌環境を整えることによって、土壌の作物生産能力を維持、向上させることです(図2)。

果樹などの永年性作物では、窒素供給の大部分が地力窒素に依存します。また、地力窒素は安定した窒素供給源であることから、一年生作物においても肥料節減に向けて地力窒素を高める管理を重視する必要があります。地力窒素の主な供給源は微生物の死骸であり、微生物の繁殖が地力窒素の供給を支えていることから、微生物の住みかとなる腐植の増加が欠かせません。代表される腐植供給源は堆肥等の有機物であり、土づくりには堆肥の施用が望ましいといえます。

近年の堆肥利用は停滞傾向ですが、これを契機として、土づくりによる肥料節減を進めながら、堆肥を活用した長期的な安定生産を目指しましょう。

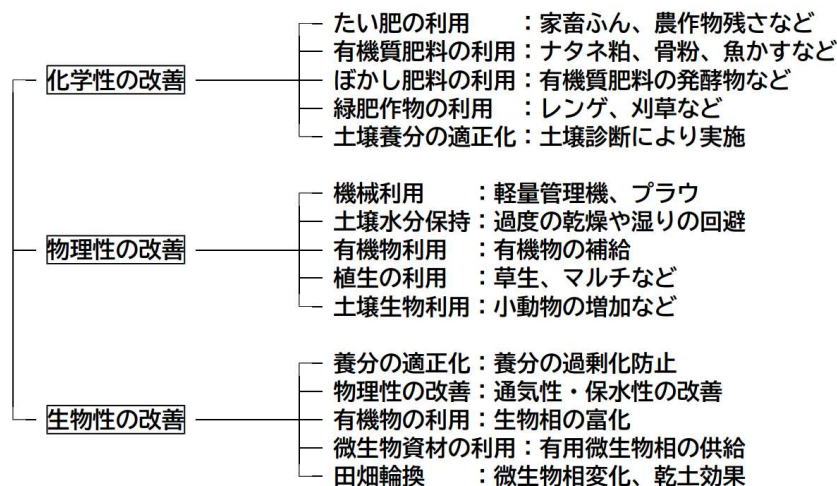


図2 土づくりの技術体系図(神奈川県, 2001)

(4) 有機性資源の確保と循環利用

堆肥等の有機物投入にあたっては、地域内で営まれている畜産業から生産される家畜ふん堆肥等を利用する方法があります。家畜ふん堆肥は、安定的に供給される有機性資源として確保しやすく、市販される化学肥料に比べて安価な利点があります。

また、地域内で生産される有機性資源の活用は、地域資源の循環利用の観点から、環境に対する負荷が小さく、「持続可能な開発目標」(SDGs)への取組みの一つとして、地域貢献に果たす農業生産の役割として期待されます。

2 技術対策

(1) 土壌診断や栄養診断による肥料節減対策

ア 土壌診断

土壌診断は、土壌の化学性分析のほか、ほ場環境や作物の生育状況の総合的結果から判断されます。

土壌のpHは、根の伸長など直接植物へ影響を与える他、土壌微生物の活性、土壌養分の可給量など土壌中の微生物性や化学性に影響を与えることから、作物生育の良否の診断にとって最も重要な土壌診断の指標です。土壌診断による施肥対策を進める場合には、対象とする作物の好適範囲を目標に土壌改良資材の種類や量を決定します。

EC（電気伝導度）は、土壌中の塩類濃度の指標となります。一般にECが低い場合には土壌中の塩類濃度が低く養分も少ないと判断されます。一方、高い場合は塩類濃度が高く養分も多いことから、特に施設土壌等では減肥（主に基肥の窒素量）の目安として活用されます。

ECが高すぎる土壌は、塩類による濃度障害が起こる危険性が増すため、除塩対策が必要となります（図3）。

C EC（塩基置換容量）は、土壌が保持できる石灰、苦土、カリなどの塩基やアンモニア態窒素の量を示します。この値が大きいほど養分の保持能力が高くなり、保持能力以上の過剰施肥が行われると植物への濃度障害や溶脱による環境への影響などが懸念されます。

近年は、地力を簡易に評価する手法が開発されています（図4）。

種類	タ イ サ イ	キ ヤ バ ツ	ダ イ コ ン	ホ ウ レ ン ソ ウ	ハ ク サ イ	カ ブ	セ ル リ	ナ ス	ネ ギ	ニ ン ジ ン	ト マ ト	ピ ー マ ン	キ ュ ウ リ	ソ ラ マ メ	タ マ ネ ギ	イ ン ゲ ン	レ タ ス	イ チ ゴ	ミ ツ バ		
抵抗性	強			中						弱											
EC	1.6			1.4			1.2			1.0			0.8			0.4			最弱		

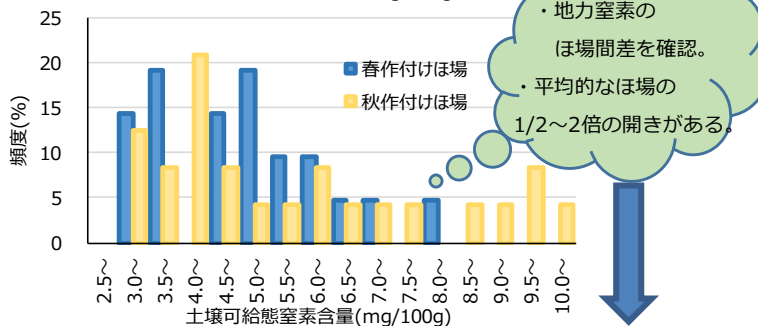
図3 塩類濃度に対する野菜の抵抗性

事例1：地力窒素のほ場間差の見える化と肥培管理への活用

ブロッコリー産地（相馬市、南相馬市）で栽培予定ほ場の土壌を採取し測定。

春作：21ほ場 平均5.1mg/100g

秋作：24ほ場 平均5.9mg/100g



地力窒素を基に基肥窒素量を見直し

- 低地力ほ場 → 増施による生育増加、収量平準化
- 高地力ほ場 → 減肥による施肥コスト削減

図4 地力窒素簡易評価法の活用事例（福島県農業総合センター，2021）

イ 栄養診断

栄養診断を実施するためには、作物ごとの栄養生理と養分含量の最適値に基づく生育指標を決定する必要があります。

診断にあたっては、生育状態の観察結果と栄養状態から総合的に判断することにより、追肥の必要性や施用量を決定します。品質良好な作物の増産に向けては、過剰施肥を避け、生育ステージに合った栄養管理を行きましょう。

ウ 土壌環境の長期的変化

土壌環境は、施肥によって長期的に変化します。一般に、窒素成分は微生物類の栄養源となり、土壌有機物の分解が促進されます。窒素施用量が多くなると、表層土の塩基類の溶脱が多くなり、下方への移動が大きくなります。根域の浅い一般作物では、肥料の利用効率が低下し、地下水への流亡が起きやすくなるため、土壌診断の実施による適正量の施用に努めましょう。

【参考】(果樹) [「リンゴ園における長期間窒素施用と土壌の化学性変化」\(福島県農業総合センター研究成果 H22 参考となる成果\)](#)

(クリックすると情報が参照できます)

(2) 短期的技術対策と留意点

ア 局所施肥技術

局所施肥技術は、作物の根が肥料を吸収しやすいように、肥料等を根の近くに局部的に施肥する方法です。利用効率が高く、肥料を節減して生産性を確保できるため、土壌環境への負荷軽減にもつながります(図5, 6)。

(ア) 条施肥

作物の播種または定植する部分へ肥料をすじ状に散布し、土壌と混和します。

(イ) 溝施肥

作物を播種または定植する部分に溝を掘って、その部分に肥料を投入して土を戻します。

(ウ) 点滴液肥灌水

灌水チューブから根の張っている部分に液肥を灌水と同時に施用します。

(エ) 液肥土壌灌注

ペースト肥料など水に溶解させた液を根の張っている部分に注入します。

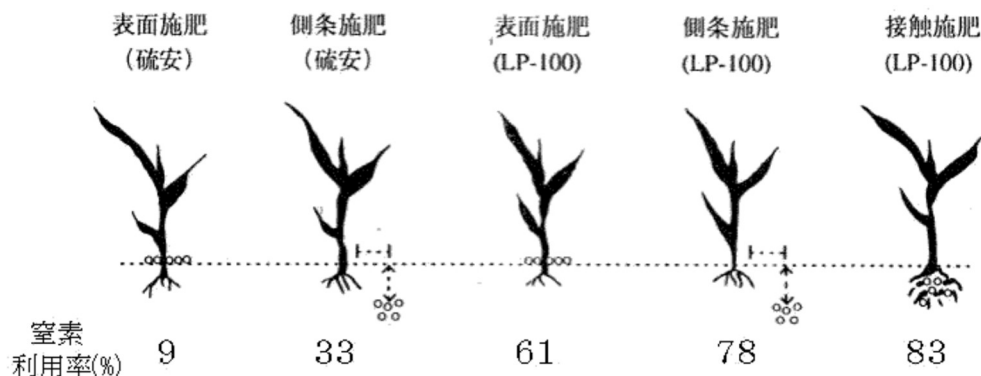


図5 肥料と施肥法の違いによる水稻の窒素利用率(金田, 1995)

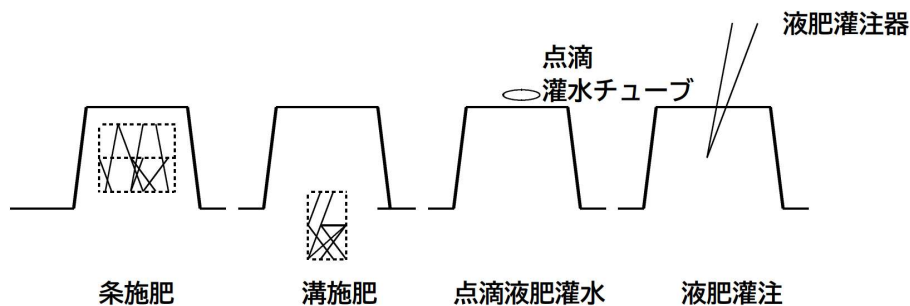


図6 野菜の局所施肥技術の概要図

イ 肥効調節型肥料

一般には緩効性肥料と呼ばれ、このうち被覆肥料は、一般に樹脂被膜で肥料粒表面を覆い、成分の溶出速度を調節しています(図7)。作物の養分吸収時期に合わせ養分を供給できるので、肥料の利用率が向上します(表2)。肥料成分の溶出は、土壤水分や地温の変化によって異なりますが、作物に合った肥料選択により生育促進効果が得られるとともに、肥料成分の流亡を防ぐことができます。

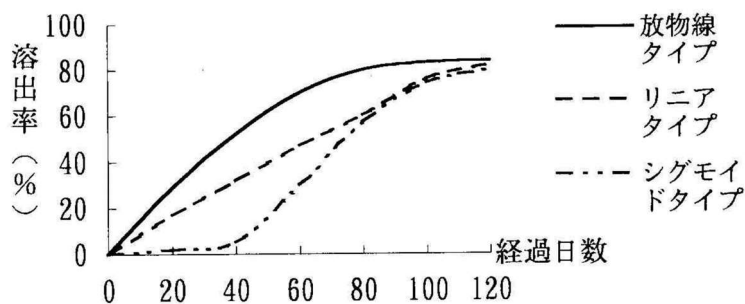


図7 肥効調節型肥料の溶出パターン (神奈川県, 2000)

表2 畑地における窒素の排出量と施肥窒素利用率 (福島農試, 1996)

肥料の種類	亜酸化窒素 発生量 (mgN/m ²)	硝酸態窒素 溶脱量 (mgN/m ²)	施肥窒素 利用率 (%)	窒素施肥量: 15kg/10a 速効性肥料: 尿素 (条施肥) 緩効性肥料: 被覆尿素 (接触施肥) 供試作物: デントコーン
速効性肥料	315	352	31	
緩効性肥料	101	249	64	

(福島農試 1996)

(3) 長期的技術対策と留意点

ア 有機物投入と施肥調節

稲わら堆肥やバーク堆肥は主に物理性改善を目的とし、それ自体の養分は少なくなっています。一方、家畜ふん等など肥料養分が多い有機物の施用に際しては、有機物に含まれる養分を加味した利用を行う必要があります。

例えば、C/N比が低く窒素含量が高い有機物は、分解が早く放出される成分量も多いので、化学肥料に類似した速効的な効果が大きくなります。一方、C/N比が高まるにつれて、分解が遅れるとともに、1作期間に溶出する成分量は少なくなり肥料効果も小さくなります。

有機物ごとの目安となる成分量は表3のとおりです(有機物が保有する「成分量」に対し、作物が肥料として利用できる養分の量を「有効成分量」、成分量に対する有効成分量の割合を「肥効率」といいます。)。施肥設計に当たっては、使用する有機物の成分量(kg/現物 t)を分析し、その値を基に下記のように有効化率(%)から有効成分量(kg/現物 t)を計算し、有効成分量を施肥量から減肥する必要があります。

【例1】牛ふん堆肥で窒素成分量が11kg/t(表3)であった場合:			
(有機物施用量)	(窒素成分量)	(有効化率%)	(窒素有効成分量)
1 t	× 11 kg/1 t	× 20 (%) / 100	= 2.2 kg/t
【例2】鶏ふん堆肥で窒素成分量が28kg/t(表3)であった場合:			
(有機物施用量)	(窒素成分量)	(有効化率%)	(窒素有効成分量)
1 t	× 28 kg/1 t	× 60 (%) / 100	= 16.8 kg/t

ここで示したのは作物の生育に最も大きく影響する窒素についてですが、他の三要素成分であるリン酸やカリの肥効率、有効成分量は窒素に比べ高いことから、リン酸やカリを基準に有機物施用量を決定することも方策の一つです。上記【例1】では、牛ふん堆肥1t/10aの施用を考慮すると、化学肥料相当の窒素、リン酸、カリがそれぞれ2.2kg/10a、9.0kg/10a、13.5kg/10a供給されることとなります。また、【例2】では、鶏ふん堆肥1t/10aの施用を考慮すると、化学肥料相当の窒素、リン酸、カリがそれぞれ16.8kg/10a、41.3kg/10a、27.9kg/10a供給されることとなります。なお、有機物の種類により成分量や有効化率が異なることから、それらを考慮して有機物の散布量を決定し、その上で基肥施肥量を設計しましょう(表3)。

表3 各種堆肥1 tに含まれる成分量と有効化率(いずれも目安)

種別	有機物名	成分量(kg/現物 t)*						有効成分量(kg/現物 t)*			有効化率(%)**		
		水分(%)	窒素	リン酸	カリ	石灰	苦土	窒素	リン酸	カリ	窒素	リン酸	カリ
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
	パーク	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 食品産業廃棄物	58	15	22	1	43	5	12	15	1	60	70	90
緑肥	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
	イソアライグマ	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。

堆肥は、副資材の量や堆積条件によって有機物の成分にばらつきが大きいことから、詳しくは下記の供給者リストを参考に有効な活用を検討しましょう。

「福島県広域たい肥供給者リスト」 https://www.pref.fukushima.lg.jp/sec/36021d/kouikitaihirisuto.html

イ 緑肥

地力増進効果や窒素の肥効を期待して、主にレンゲ等のマメ科植物が利用されてきましたが、野菜作においては病虫害抑止や除塩効果を期待した非マメ科植物の導入が多くなっています(表4)。分解の難易はC/N比によって決まり、C/N比30を目安に、それよりも低いものは比較的分解が早く、高いものは分解が遅くなります。

表4 主な緑肥作物の特性(神奈川県, 2004)

作物名	効果	C/N比	乾物収量 (kg/10a)	養分吸収量(kg/10a)			窒素 取込or放出
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
レンゲ	肥	15前後	300~600	7~15	1~3	5~10	放出
青刈りトウモロコシ	物・除	35前後	800~1400	20~30	3~5	50~90	取込
イタリアンライグラス	物	20前後	400~600	10~20	1~4	20~40	放出
ソルゴー	物・除	35前後	1000~3000	20~30	3~5	30~70	取込
ヘイオーツ	物・セ	20前後	800	20	3	35	放出
ギニアグラス	物・セ・除	18前後	1000	20	7	35	放出
クロタラリア	セ(ネコブ)	40前後	500	10	3	17	取込
マリーゴールド	セ(ネグサレ)	17	700	19	-	-	放出
ヘアリーベッチ	抑	18	600	16	5	7	放出
ナギナタガヤ	抑	55	900	7	3	12	取込

効果) 肥: 肥料効果、物: 物理性改善、除: 除塩効果、セ: センチュウ密度抑制、抑: 抑草効果