

3 環境に配慮した施肥技術

1. 土壌診断による適正施肥

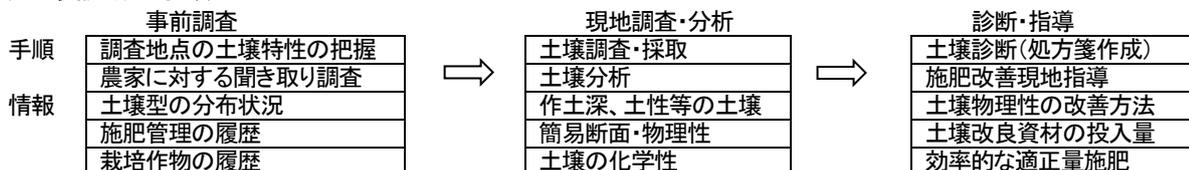
1) 意義

農耕地土壌は、農業生産の基礎であり、その土壌の性質や養分を適正に保つことは、農業の生産性を確保・向上させ、農業経営の安定化を図る上で極めて重要である。

窒素で見ると、農作物に供給される窒素が不足すると生育・収量が不良となり、過剰になると過繁茂状態となって病気に対する抵抗力の低下や品質の低下等を招く。また、過剰な窒素分の地下水への溶脱や河川への流入も生じ、自然環境にも負荷を与える。

従って、環境に配慮した農業を行うためには、まず、土壌診断を実施し、土壌の物理性や土壌養分等の化学性を好適に保ち、診断結果に基づく適正施肥を行うことが必要である。そして、このことは施肥の低コスト化にもつながる。

2) 土壌診断の手順



3) 土壌診断

(1) 簡易断面・物理性の診断

① 作土深、有効土層

[作土深]

作土の根を支え、養分や水分を保持する層位。耕耘や施肥、灌水など作物を栽培するために、人為的な作用を大きく受けている土層である。そのため、下層と比較して、膨軟で有機物が多く、養分に富んでいる。従って、圃場整備の際は、表土扱いをして、あらかじめ作土層を取り除いておき、整備終了後に、元に戻す工夫をとることが望ましい。作土の深さは15cm~20cm以上は必要である。

[有効土層]

農作物の根がかなり自由に貫入できる土層をいう。基岩や盤層があるいは、ち密度が29mm以上示す厚さ10cm以上の土層、又は極端な礫層、湧水面等が存在すれば、地表からその上層までと考えられる。有効土層は普通畑では60cm以上、果樹園や茶園では1m以上であることが望ましい。

② 土性

土壌中の砂、シルト、粘土がどの程度の割合で存在しているかを表す尺度である。土壌の層位から採取した小土塊に、可塑性が最大になるように適量の水を加えたのち、親指と人差し指の間でこねて、砂の感触の程度、粘り具合、また、どの程度まで長くのばせるかなどを調べ目安表に従って判定する。

土性を判定することによって、耕耘の難易、土壌の通気性、排水性、保水力、保肥力が判断できる。

表 土性判定の目安

判定法	土性
ほとんど砂ばかりで、ねばり気を全く感じない。(棒にも箸にもならない)	砂土(S)
砂の感じが強く、ねばり気はわずかしかない。	砂壤土(SL)
ある程度砂を感じ、ねばり気もある。砂と粘土が同じくらいに感じられる。(鉛筆くらいの太さにできる。)	壤土(L)
砂はあまり感じないが、サラサラした小麦粉のような感触がある。	シルト質壤土(SiL)
わずかに砂を感じるが、かなりねばる。(マッチ棒くらいの太さになる。)	埴壤土(CL)
ほとんど砂を感じないで、よくねばる。(コヨリのように細長くなる)	軽埴土(LiC)
砂を感じないで、非常によくねばる。	重埴土(HC)

(土壌調査ハンドブック 2003)

表 土性別の理化学的特徴

区分	耕耘の難易	通気性	排水性	保水力	保肥力
砂質	易	大	大	小	小
壤質	易	中	中	中	中
粘質	やや難	小	小	大	やや大
強粘質	難	小	極小	小	大

(土壌診断の方法と活用)

③土色

土色は、土壌の最も重要な形態的特徴の一つで有り、化学性、物理性、生物的性質と密接に関係しており、土壌を同定するために有効かつ重要な特徴である。土色の表示はマンセル表色系に準じた新版標準土色帖(農林水産省農林技術会議監修)を用いて行う。土色は、色相(色み(赤、黄、青))、明度(色の明暗)、彩度(色の強さ、あざやかさ)の三属性で表示される。土色を調べようとする層位の中で、代表的な色調の部分进行调查用コテの先端にとり、軽く押しつぶしてから、土色帖の色片と対比する。

土色は、腐植の多少と鉄化合物の形態によって支配され、一般に黒色味の強い土は腐植に富み、赤色味の強い土は酸化的、青～緑色系の土は還元的である。

このように土色を判定することによって、有機物の投入状況や排水性の良・不良が判断できる。

排水不良の水田(畑)の下層に出現する暗青色、暗緑色、緑灰色の層をグライ層と呼ぶ。これは、停滞水によって還元が進み、鉄が2価(Fe²⁺)となって発色したものである。グライ層が浅い位置に出現すると、畑作物の根の伸長阻害が阻害されるので注意する。

表 腐植含量区分と判定の目安

区分	腐植含量	土色(明度)
あり	2%以下	明度(5~7)
含む	2~5%	やや暗色(4~5)
富む	5~10%	黒色(2~3)
すこぶる富む	10~20%	いちじるしく黒色(1~2)
腐植土	20%以上	軽しように真黒色(2以下)

「あり」のうちごく少量と判断されるものは「なし」としてもよい。(土壌調査ハンドブック 2003)

④礫

石礫の含量は、土壤断面の各層位について、石礫の大きさ及び面積割合で、下のように区分する。礫の大きさや含量は、土壤の乾湿、耕耘の難易、根の張りなどに影響するので、必要があれば除礫を行う。

(大きさの名称)		(面積割合)	
巨岩	(径 30cm 以上)	なし	
巨礫	(〃 20~30cm)	あり	(5%未満)
大〃	(〃 10~20cm)	含む	(5~10%)
中〃	(〃 5~10cm)	富む	(10~20%)
小〃	(〃 1~5cm)	頗る富む	(20~50%)
細〃	(〃 0.2~1cm)	礫層	(50%以上)

⑤ち密度(硬度)

土壤の硬さを土壤硬度計で測定した値で示す。土層における土壤粒子の程度を表す。生産力の高い土壤では、作土直下の有効土層は 12~18 位の値が多い。例えば、18mm という数値は、だいたい親指が容易に差し込める硬さである。値が高いと土壤が硬くなり根の伸長が阻害されるため、作物の生育に大きな影響を及ぼす。農作物の根の伸長にとって、好適な硬さの基準は、根の肥大を必要とする根菜類では、18mm 以下、施設における花きは 17mm 以下であるが、他の農作物は土壤の種類に関係なくほぼ 20~22mm 以下である。

⑥地下水面

土壤断面において、湧水の上昇がほぼ停止した水面までの深さを示す。水面が一時的な停滞水位であるか、安定した地下水位であるか、また伏流水であるかの判定は困難である。聞き取り等で確認する。通常は、斑紋の形成されている灰色の層の上端が地下水の毛管帯の上限であり、グライ層は常に水でほぼ飽和されている層とみなされる。

表 1 作物別の栽培可能な地下水位の例 (目安)

地下水位	作物名
30~40cm 以下	大豆、ナタネ、トウモロコシ、落花生、小豆、ヤマトイモ、ナス、ニンニク、サトイモ、ショウガ、キュウリ、ピーマン、コカブ、オクラ、シロウリ、イチゴ、キャベツ、ハクサイ、イタリアンライグラス
50~60cm 以下	小麦、えん麦、ソバ、ホウレンソウ、ニンジン、スイカ、レタス、ブロッコリー、アルファルファ、オーチャードグラス
100cm 以下	ナガイモ、ゴボウ、ブドウ、カンキツ類

*地下水位は時期によって変動するので、畑の片隅に 60cm 程度の縦穴を掘るなどして、作物栽培期間の地下水位の変動を確認すると良い。

(2) 化学性の診断と改善のための診断基準(目安)

①pH

土壌の酸度をあらわし、1～14に区分され、7が中性、7以下が酸性、7以上をアルカリ性と呼ぶ。

最適 pH は作物によって異なる。また、pH は農作物の養分吸収に影響を与えるため養分の欠乏症や過剰症の一因ともなる。

表 各品目の生育好適 pH

作物名	pH	作物名	pH	作物名	pH
水稻	5.0～6.5	ソルゴー	5.5～7.0	レタス	6.0～6.5
オオムギ	6.5～8.0	ダイコン	6.0～7.5	カリフラワー	5.5～7.0
コムギ	6.0～7.5	カブ	5.5～6.5	アスパラガス	6.0～8.0
エンバク	5.5～7.0	ニンジン	5.5～7.0	キク	6.0～7.5
ライムギ	5.5～7.0	サトイモ	5.5～7.0	カーネーション	6.0～7.5
アズキ	6.0～6.5	ハクサイ	6.0～6.5	ミカン	5.0～6.0
インゲン	5.5～6.7	キャベツ	6.0～7.0	ビワ	5.5～6.5
エンドウ	6.0～7.5	ハウレンソウ	6.0～7.5	ブドウ	6.0～6.8
トウモロコシ	5.5～7.5	タマネギ	5.5～7.0	ナシ	6.0～7.0
ソバ	5.0～7.0	ナス	6.0～6.5	モモ	5.0～6.0
カンショ	5.5～7.0	トマト	6.0～7.0	ブルーベリー	4.0～5.0
パレイショ	5.0～6.5	キュウリ	5.5～7.0	キウイフルーツ	6.0～6.5
葉タバコ	5.5～7.5	カボチャ	5.5～6.5	茶	4.0～5.0
アルファルファ	6.0～8.0	イチゴ	5.0～6.5		
イタリアンライグラス	6.0～6.5	スイカ	5.5～6.5		

表 養分の有効性に対する pH の影響

	酸性	アルカリ性
過剰症	アルミニウム、マンガン	—
欠乏症	(石灰、苦土)、リン酸、モリブデン	マンガン、ホウ酸、鉄、銅、亜鉛等

(改善対策)

・土壌の pH が作物の適正值より低い場合

土壌の pH が目的とする作物の生育に最適な pH 範囲より低い場合には石灰質肥料などを施用する必要がある。必要な石灰(アルカリ分)の量は緩衝曲線を作成して求めるのがよい。また、アレニウス表を用いて施用量を算出し、目安にすることができる。

表 アレニウス表による酸性矯正用炭カル施用量(kg/10a) (矯正目標 6.5 (H₂O) 10a 深さ 10cm 当たり)

土性	腐植\pH	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	5.4	5.6	5.8	6.0	6.2	6.4
砂壤土	含む	424	390	356	323	289	255	221	188	154	120	86	53	15
	富む	634	581	533	480	431	379	330	278	229	176	128	75	26
	すこぶる富む	986	908	829	750	671	593	514	435	356	278	199	120	41
壤土	含む	634	581	533	480	431	379	330	278	229	176	128	75	26
	富む	844	776	709	641	574	506	439	371	304	236	169	101	34
	すこぶる富む	1268	1166	1065	964	863	761	660	559	458	356	255	154	53
埴壤土	含む	844	776	709	641	574	506	439	371	304	236	169	101	34
	富む	1054	971	885	803	716	634	548	465	379	296	210	128	41
	すこぶる富む	1549	1425	1301	1178	1054	930	806	683	559	435	315	188	64
埴土	含む	1054	971	885	803	716	634	548	465	379	296	210	128	41
	富む	1268	1166	1065	964	863	761	660	559	458	356	255	154	53
	すこぶる富む	1830	1684	1538	1391	1245	1099	953	806	660	514	368	221	75
腐植土		2063	1898	1733	1568	1403	1238	1073	908	743	570	413	248	83

*消石灰施用の場合は 0.74 を乗じた量を施用する。火山灰土の場合は普通土より比重が軽いので、この量より 30%内外を減じた方がよい。

*腐植含量は表を参考にする。

*この簡易法では緩衝能の大きな土壌などでは誤差を生じるが、実際には定期的に土壌 pH を計って記録しておき施用量との関係のみて補正すればよい。

・土壌の pH が作物の適正值より高い場合

高 pH の原因を検討し、原因に応じた対策をとる。石灰質資材等の多施用の場合は減肥やクリーニングクロープ等を行う。pH を下げるだけの目的には、硫黄華の施用や pH 調節剤の施用が考えられるが、施用に際しては十分に検討する。

②EC(電気伝導度)

土壌中の水溶液塩類の総量を表す。単位は ms/cm (dSm⁻¹) で表す。

EC は通常、硝酸態窒素含量との間に正の相関関係がみられ (EC 値が高いときは、硝酸性窒素を多く含む場合が多い)、土壌中の硝酸態窒素含量の推定に有効である。EC を目安に基肥窒素の施用量を加減することができるため、簡易分析の施肥設計は EC 値を用いて行う。EC 値が高すぎると、塩類濃度障害 (肥料やけ) を起こしやすいので注意が必要である。塩類濃度に対する抵抗性は作物によって異なる。

EC 値からの基肥窒素の施用量の目安を表に示す。利用に際しては、品目 (品種)、栽培期間の気象予測、栽培土壌の物理性、これまでの栽培経験等を踏まえて十分に検討し施肥量の調整を行う。

表 施肥前 EC 値による基肥 (N, K) 施肥量補正の目安

土壌の種類	EC 値				
	0.3 以下	0.4~0.7	0.8~1.2	1.3~1.5	1.6 以上
腐植質黒ボク土	基準施肥量	10~30%減肥	30~50%減肥	50~60%減肥	無施用を検討
粘質・細粒沖積土	基準施肥量	10~30%減肥	30~60%減肥	無施用を検討	無施用を検討
砂質土 (砂丘未熟土)	基準施肥量	20~50%減肥	50~80%減肥	無施用を検討	無施用を検討

(土壌診断の方法と活用に加筆)

OpH 値と EC 値から推測できる土壌の化学的状態

pH 値 \ EC 値	EC が低い	EC が高い
pH が低い	塩基分・窒素分ともに不足の可能性	窒素分多く、硝酸化成が進んでいる可能性
pH が高い	塩基は十分で、窒素分が不足の可能性	窒素分・塩基分が十分でアンモニアのままの可能性

③CEC(陽イオン交換容量又は塩基置換容量)

交換性の石灰、苦土、加里、アンモニア等養分を保持できる容量を示す。砂土は小さく、埴土は大きくなる。単位はミニグラム当量 (me) で表す。CEC は土性や粘土鉱物の種類によって大小が異なる。一般的には土性が粗粒質の時に小さく、粘土鉱物ではモンモリロナイト及び腐植含量が多い土壌は大きい。一般的には 60~80% を適正範囲として施肥管理を行うことが重要である。

表 土壌の種類と代表的な CEC 値

土壌の種類	CEC
淡色黒ボク土	15~25
腐植質黒ボク土	20~30
多腐植質黒ボク土	30~40
褐色森林土	10~25
灰色低地土	15~25

表 土壌の状態と塩基飽和度

土壌の状態	塩基飽和度%
養分不足	40 以下
やや養分不足	40~60
ほぼ適正養分	60~80
養分過剰	80~100
非常に養分過剰	100 以上

④塩基状態の改良目標

土壌中の塩基状態の改良目標は、塩基飽和度と塩基組成で表される。塩基飽和度とは土壌の陽イオン交換容量(CEC)中でカルシウム、マグネシウム、カリウムが占める割合であり、重量比で含量を測定した場合には当量値を計算し、これの合計をCECで割って求める。塩基組成はこの3成分の当量値の比率で表す。

一般に、塩類単独での過剰症は現れにくいですが、過剰になると、pH高くなり過ぎたり、あるいは他の塩基成分の吸収を阻害して欠乏症を引き起こす場合がある。従って、塩基類は濃度ばかりでなく、他の塩基とのバランスが重要である。作物によるカリウム、カルシウム、マグネシウムの吸収は相互に抑制的働く。(拮抗作用)

*塩基飽和度の改良目標値(地力増進指針)

水田	灰色低地土	70~90%
	黒ボク土	60~90%
普通畑	森林褐色、灰色低地土	70~90%
	黒ボク土	60~90%
樹園地	茶園以外	50~80%
	茶園	25~50%

*塩基組成(カルシウム：マグネシウム：カリウムの当量比) = (65~75) : (20~25) : (2~10)

⑤土壌診断に基づいたリン酸、加里の施肥量減肥の目安

土壌診断に基づく、リン酸、加里の減肥の目安を示す。なお、現地実証事例が非常に少ないので、導入に際しては、安全率を加味する等十分な検討が必要である。

表 土壌分析値に基づいたリン酸・加里の施肥量の目安

	可給態リン酸 (mg/100g)	リン酸の施肥量 (kg/10a)	加里飽和度 (%)	加里施肥量 (kg/10a)
水田土壌	~10	施肥基準+土づくり資材・肥料	~3.6	施肥基準+土づくり資材・肥料
	10~20	施肥基準	3.6~6.0	施肥基準
	20~	4~5kg(収奪相当量)	6.0~	減肥~無施用検討
畑地土壌	~10	施肥基準+土づくり資材・肥料	~3.6	施肥基準+土づくり資材・肥料
	10~100	施肥基準	3.6~6.0	施肥基準
	100~	減肥~無施用検討	6.0~	減肥~無施用検討
樹園地土壌	~10	施肥基準+土づくり資材・肥料	~3.6	施肥基準+土づくり資材・肥料
	10~30	施肥基準	3.6~4.2	施肥基準
	30~	減肥~無施用検討	4.2~	減肥~無施用検討

(岡山県)

表2 野菜類の可給態リン酸の測定値に基づくリン酸施肥量補正の目安

診断	可給態リン酸 (mg/100g)	リン酸肥料 施用量の補正
少ない	10以下	基準施肥量+土づくり肥料
やや少ない	10~20	基準施肥量
適正	20~50	基準施肥量
やや多い	50~80	10~20%の減肥を検討
多い	80~100	20~50%の減肥を検討
過剰	100以上	リン酸無施用を検討

(土壌診断の方法と活用に加筆)

2. 栄養診断による適正施肥

1) 栄養診断の意義

作物は、品目や品種によって必要とする養分の種類や量が生育ステージに応じて、固有のパターンを示す。

このため、作物の養分吸収パターンに合った施肥を行うことで効率的な施肥管理を行うことができる。作物の養分吸収パターンに合っているかどうかの判断には、作物の栄養状態を示す基準の設定が必要であり、現在、各品目、品種ごとに葉色、体内窒素濃度等について生育時期に応じた適切基準のための検討が行われている。

しかし、各地域で土壌、気象条件や品種、作型等が異なっていることから、地域の特性や前作等も考慮した栄養診断であることが望ましい。

2) リアルタイム栄養診断による適正施肥

一般的に園芸作物での施肥管理は、前作の収穫終了後に土壌養分を把握し、養分の残効に応じて次の作付けの施肥設計を行っている。従って、基肥施用の調整が主体であり、追肥は樹勢に応じた達観による場合が多く十分な診断とはいえないと思われる。

これらのことから、作物体の葉柄等の汁液の養分濃度を逐次簡易に分析することで、リアルタイムに作物の栄養状態を把握し、追肥施用の要否の判断等につながる方法としてリアルタイム栄養診断が開発されている。この診断法は、過剰な追肥が防げるため、環境にやさしくコストの低減も期待できる。

野菜や花きについてのリアルタイム栄養診断は、全国の研究機関で研究が行われており、野菜ではキュウリ、トマト、ナス、イチゴなど、花きではバラ、カーネーション、トルコギキョウ、キクなどの硝酸イオン濃度についての基準(目安)が報告されている。ただし、前述されているように、各地域で土壌、気象条件や品種、作型等の差異により、地域で適正範囲が異なる可能性があると思われるので、実証試験等により地域の実態に応じた基準を確立する必要がある。

(1) 汁液診断の特徴

一般的に土壌養分の増加に伴って作物体内養分含量は高くなり、直線的に生育量も多くなるが、体内養分がある一定含量になると生育量は平衡状態になり、更に、含量が高くなると養分過剰のために生育量は低下してくる。耐肥性の強いキュウリ、ナスでは、平衡状態の幅は広いが、耐肥性の弱いイチゴでは、収量が低下する。従って、この診断方法では生育・収量が直線的に増加した直後の漸増又は平衡状態になった時の植物体養分を明らかにする必要がある。

野菜の多くは、土壌からの硝酸イオンの形で窒素を吸収し、吸収された硝酸イオンは植物体内で、アンモニア、アミノ酸を経てタンパク質に合成される。植物体内の硝酸イオンは窒素の栄養条件の差により大きく変動する要素をもっていることから、この硝酸を指標に栄養診断を行う。

(2) 葉柄汁液の採種方法

作物体の葉柄と葉身を比較すると、葉身よりも葉柄が多汁であり汁液を採種しやすいため、本診断でのサンプリングに葉柄が適している。葉柄からの汁液は葉柄を 1~2cm 前後に切断してニンニク搾り器等を用いて採取する方法が簡単である。葉柄中の汁液が少なく、この方法で採取できない場合は、乳鉢などですりつぶす方法、スライスして水浸出する方法がある。また、同じ葉柄でも部位、測定時間等によって濃度が異なるので、測定部分をあらかじめ決めておく必要がある。

(3) 果菜類のリアルタイム栄養診断

表 花菜類の葉柄汁液の採取方法

作物名	葉柄汁液採取方法
キュウリ	14～15 節本葉又は側枝第 1 葉の葉柄を 2cm 前後に切断してニンニク搾り器で採取する。
トマト	ピンポン玉程度に肥大した果実周辺の葉の葉柄を 2cm 前後に切断してニンニク搾り器で採取する。
イチゴ	最新の展開葉から数えた第3葉の葉柄を 2cm 前後に切断してニンニク搾り器で採取する。これで採取が難しい場合は乳鉢で摩砕して採取する。
メロン	果房直下葉の葉柄を 2cm 前後に切断してニンニク搾り器で採取する。

表 果菜類のリアルタイム栄養診断基準

(目安) ppm

品目名	測定部分	作型	収穫期間	測定時期	診断基準値	作成県
キュウリ	14～16 節の本葉 又は その側枝第 1 葉の 葉柄	促成	2 月下旬 ～6 月下旬	3～4 月	3500～5000	埼玉
				5 月	900～1800	
				6 月以降	500～1500	
		半促成	2 月下旬 ～6 月下旬	4 月	3500～5000	埼玉
				5 月	900～1800	
				6 月以降	500～1500	
抑制	9 月下旬 ～11 月下旬	9 月下旬 ～11 月下旬	3500～5000	埼玉		
トマト	ピンポン玉程度の 果房直下の本葉を 先端から基部に向 けて 3 等分した先 端部もしくは中央部 の葉柄	促成長期 (12 段階摘心)	2 月下旬 ～7 月下旬	2 月	4000～5000	埼玉
				3～4 月	2000～3500	
				5～6 月	500～1500	
		夏秋 (15 段階摘心)	7 月上旬 ～11 月下旬	7 月上旬	4000～6000	愛知
				～9 月中旬		
				9 月中旬以降	3000～4000	
メロン	果実直下の葉柄	半促成	7 月上旬～ 中旬	定植期	3000～4000	愛知
				開花期	2000～3000	
				果実肥大期	5000～6000	
				成熟期	2000～3000	
				収穫期	500～1000	
イチゴ	最新の展開葉から 数えて 3 番目 の葉柄	促成	12 月～ 5 月上旬	11 月上旬	2500～3500	埼玉
				1 月上旬	1500～2500	
				2 月上旬以降	1000～2000	

* 品種等により診断基準値(目安)は異なるので注意する。(福島県)

(4) 花きのリアルタイム栄養診断

表 花きの葉柄汁液の採取方法

作物名	葉柄汁液採取方法
バラ	採取枝の下から 3,4 枚目の 5 葉の葉柄を細かく切り、30 倍量の純水を加え乳鉢で破碎し、活性炭を加え、ろ過して汁液を採取する。
夏秋ギク	下位葉 6～10 枚目の葉身を細切りし、20 倍量の蒸留水を加え、乳鉢などですりつぶし、ろ過して葉身の希釈汁液とする。

表 花きのリアルタイム栄養診断基準

(目安)

品目名	測定部分	作型	収穫時期	測定時期	診断基準値	作成県
バラ (ローテ・ロ ーゼ)	採花枝の下から 3～4 枚目 の葉柄	—	10 月～ 6 月	秋期～冬期	900～1500	千葉
				春期	600～900	
				夏期	300～600	
夏秋ギク	下位葉 6～10 枚目の葉身		8 月中旬～ 9 月上旬	消灯前 (～7月上旬)	3000～6000	佐賀
				消灯後 (7月上旬～)	6000	

* 品種等により診断基準値(目安)は異なるので注意する。(リアルタイム診断と施肥管理)

(5) 果樹のリアルタイム栄養診断

表 果樹の葉柄汁液の採取方法

作物名	葉柄汁液採取方法
温州ミカン	乳鉢に細断した一定量の葉柄を入れ、20倍量の蒸留水を加えて摩砕し、摩砕した上澄液を用いて測定する。

表 果樹のリアルタイム栄養診断基準

品目名	測定部分	作型	収穫時期	測定時期	診断基準値	作成県
温州ミカン	樹冠赤道部に当年発生した春菜の葉柄	—	10月～6月	7月	1100～1900	静岡
				8月	1000～2400	
				9月	600～1800	
	樹冠赤道部に当年発生した春菜の葉柄		8月中旬～9月上旬	7月上旬～8月下旬	600以上(600以下のときは葉面散布の必要あり)	和歌山

* 品種等により診断基準値(目安)は異なるので注意する。(リアルタイム診断と施肥管理)

3. 肥効調節型肥料の活用

肥効調節型肥料とは、作物の種類、品種や生育ステージごとに必要とされる肥料成分や量に合わせて、1回又は数回の施肥で養分の供給が可能な化学肥料の総称をいう。肥料成分の発現効果の異なるさまざまなタイプの肥効調節型肥料が開発されており、水稻や野菜類などの一部では、基肥一発肥料や追肥一発肥料として実用化されている。作物の効率的な肥料成分吸収や降雨等による肥料成分の急激な溶脱抑制が可能となるため、施肥量の節減や追肥の省力化、環境への負荷軽減に寄与できる。また、生育初期の急激な肥効発現が抑えられるため、濃度障害も回避される。

肥効調節型肥料は以下の3種類に分類される。

1) 化学合成緩効性

肥料そのものが水に溶けにくく、微生物による分解を受けにくい性質を持つもので、尿素など重合反応により製造される。IB、CDU、ウレアホルム、グアニル尿素、オキサミドがこれにあたる。土壤中で加水分解や微生物分解を受け有効化し、作物に利用吸収される。分解の速さは肥料の粒の大きさにより調整できる。

表 主な化学合成緩効性肥料の種類と性質

名称	製造原料	窒素含量 (%)	溶解度 (kg/100g 水)	分解様式と粒効果
ウレアホルム(尿素及びメチレン尿素系化合物の混合物)	尿素+ホルムアルデヒド	42.4 41.2 40.5 40.2	2.18 0.14 0.01 こん跡	主として微生物分解。造粒効果がある。
IB(IBDU) (イソブチリデンニ尿素)	尿素+イソブチアルデヒド	32.1	0.1~0.01	主として化学的加水分解。造粒効果が大きい。
CDU (クロトニリデンニ尿素)	尿素+アセトアルデヒド	32.5	0.12	微生物及び化学的加水分解。造粒効果が大きい。畑土壤中では無機化速度大
グアニル尿素	ジシアンジアミド+リン酸又は硫酸	28.0 33.1	4 5.5	微生物分解。たん水田土壤中では無機化速度が大。土壌吸着性が大。
オキサミド	アンモニア+シュウ酸ジエステル	31.8	0.02	主として微生物分解。造粒効果がある。

(県内肥料事例) CDU 複合燐加安 S555、グッドIB入りNK30号、雲仙プリンスメロン配合(CDUS222)、たまねぎ特裁肥料(ハイパーCDU)等

2) 被覆肥料

水溶性肥料を硫黄や合成樹脂などの膜で被覆し、肥料の溶出量や溶出期間を調節したもので、被覆チッソ、被覆複合肥料がこれにあたる。被覆資材の種類や膜の厚さにより溶出量や溶出期間が異なり、かなりの精度で作物の生育に合わせた肥効のコントロールができるものもある。

表 被覆肥料の主要銘柄と特性

コーティング材料	肥料	シリーズ名	溶出タイプ
	尿素	LPコート	単純溶出
	尿素	LPコートS	ジグモイド
	尿素	LPコートSS	ジグモイド
	ジシアン尿素	DdLPコート	単純溶出
	ジシアン尿素	DdLPコートS	ジグモイド
熱可塑性樹脂	尿素	エムコートL	単純溶出
ポリオレフィン系樹脂	尿素	エムコートH	ジグモイド
	尿素	ユーコート	ジグモイド
	硝酸石灰	ロングショウカル	単純溶出
	硝酸石灰	スーパーショウカル	ジグモイド
	NK化成	NKロング	単純溶出
	NK化成	スーパーNKロング	ジグモイド
	硝酸系化成	ロング	単純溶出
	硝酸系化成	スーパーロング	ジグモイド
	硝酸系化成	ロングトータル	単純溶出
熱硬化性樹脂	NK化成	セラコートCK	単純溶出
アルキド樹脂	尿素	シグマコートU	ジグモイド
	高度化成	シグマコート	ジグモイド
	高度化成	コープコートFs	ジグモイド
	高度化成	コープコートFn	ジグモイド
ポリウレタン樹脂	尿素	セラコートR	ジグモイド
	尿素	スーパーSRコート	ジグモイド
無機系資材	尿素	SCU	単純溶出
硫黄+ワックス等	高度化成	SC	単純溶出
	NK化成	SCNK	単純溶出
ようりん+リン酸	普通化成	ニッピリンコート	単純溶出

(県内事例) 有機入り LP ヒノヒカリ、LP にこまる、西海一番、水稻特裁一発肥料(LPSS100)、たまねぎ名人(LP40)、たまねぎ特裁肥料(LPS30)、だいこんS10号(LP40)、らくらく人参(LPS60)、きゅうり一発肥料(LPS60、110、160)、ゴーヤエース2号(長期採)(LP40、LPS60、LPS120)、アスパラエース特号(被覆磷硝安2601(140日))、いちごロングパワー(被覆スーパーロング424(180日))、味一番特号(被覆磷硝安2601(70日))、いき夏小菊EX(LP70)、生姜エース(LP70)、小玉西瓜特号(LP40、LPSS80)、ミニ太郎(LPS100、LPS160)等

3) 硝化抑制剤入り肥料

微生物によるチッソ成分の硝酸化成作用を阻害する薬剤(AM、ジシアンジアミド、ST、ASU、ATC、DCS、チオ尿素など)を混合することにより、チッソの流亡を防ぎ、長期間土壌中にチッソを保持できるようにしたものである。人体および作物に対する安全性を確保するため、利用できる薬剤の種類を規制し、生産・輸入登録が行われる段階で十分な審査が行われている。

(県内事例) ジシアン入り茶春肥(ジシアンLP40)、ジシアン入り茶秋肥(ジシアンLP70)、ポディーブロー(ジシアン尿素入り)等