

I 適正施肥

I 適正施肥について

1 施肥の基本と考え方

施肥の基本は農作物の栄養特性に合わせ、農作物に必要な養分を必要な時期に必要な量だけ供給することです。具体的にはどの肥料（肥料の種類）をいつ（施用時期）、どのくらい（施用量）、どこに（施用位置）施用するかということです。これらは、土壌条件や気象条件に大きく影響されます。

ア 施肥の基本原理

土壌中に養分が欠乏しているときは、施肥量（養分供給量）をふやしていくと収量も増加していきますが、しだいに頭打ちとなり、増加の割合はしだいに減少します。したがって施肥量と収量の関係を見てみると、ある施肥量のところで最高収量に達したあとは、さらに施肥量を多くするとむしろ減収になります。作物を完全に生育させるためには、養分を作物の要求する量に調節して、しかも他の成分とのバランスをとらなければなりません。

イ 施肥量の考え方

作物に対する施肥量は、前作の作物が吸収した肥料を補えばよいだけでなく、自然から供給される養分と作物が吸収できない養分を考えに入れなければなりません。

（ア）天然供給量

作物は肥料をやらなくてもある程度は育ちます。これは、土壌から溶けだしてくる養分、かんがい水に含まれる養分、有機物の分解によって供給される養分などが作物に供給されるからです。

（イ）肥料成分の吸収率

施肥成分のうち作物が吸収できる割合は土地条件によって異なりますが、窒素30～60%、リン酸10～20%、カリ40～60%といわれています。これは溶脱や土壌や生物による吸着・固定・脱窒などによって作物に吸収されないものもかなりあるためなのです。ただし溶脱を受けない施設園芸などの土壌では窒素100%、リン酸20%、カリ90%と考えても良いでしょう。

（ウ）施肥量

施肥量は天然養分供給量、肥料成分の吸収率、作物の目標収量をえるため必要な吸収量によって決まります。

これを式に表してみると

$$\text{施肥量} = \frac{\text{目標収量をえるため必要な吸収量} - \text{天然養分供給量}}{\text{肥料成分の吸収率}}$$

のようになります。

ウ 家畜ふん堆肥を施用するときの注意

これまで堆肥を施用する場合、その含有養分量を考慮してきませんでした。しかし近年、養分が集積して養分富化や環境汚染が懸念されるようになって、家畜ふん堆肥を施用する場合も、その有効成分量を考慮する必要がでてきました。

家畜ふん堆肥の、化学肥料の代替率、および有効成分量は種類によって異なります。

また連用すると、養分集積が大きくなりますので、土壌診断の結果に応じて施用量を減らします。

2 肥料の種類

成分が同じであっても、肥料の種類によって肥効は異なります。

肥料の選定に当たっては、肥料の特性を十分把握し、土壌条件を考慮した上で、作物の栄養特性に適した肥効の発現が期待できることが重要です。

ア 肥料の性質

(ア) 速効性肥料と緩効性肥料

肥料の成分は作物に、水に溶けた無機化合物（イオン）のかたちで吸収されます。肥料が効き始めるまでの速さは、無機化合物では水に対する溶けやすさ、有機化合物では分解されるまでの速さによって異なります。

速効性肥料は水溶性で速やかに肥効があらわれます。緩効性肥料は微生物に分解されたり、作物の根が分泌する二酸化炭素や有機酸などの弱い酸にとかさされたりしながら吸収されます。遅効性肥料には、天然の有機質肥料があり、微生物によって分解されるのに緩効性肥料より時間がかかるので効果があらわれるのは遅いのですが持続性はあります。

(イ) 反応

肥料を水に溶かしたときに示す酸性・中性・アルカリ性の反応を化学的反応といいます。また肥料を土壌に施した場合、土壌中の反応を変化させる性質を生理的反応といいます。たとえば、塩化カリ KCl は化学的には中性ですが、これを土に施すと、 K^+ は土壌に保持されている Ca^{2+} と置換され、塩化カルシウム $CaCl_2$ となって、 Ca^{2+} は塩素イオン Cl^- とともに溶脱されます。 K^+ は作物に吸収されて、そのかわりに H^+ が土壌に吸着されるので土壌は酸性になります。このような肥料を生理的酸性肥料といいます。副成分を含まない硝安などは生理的に中性です。

イ 肥料成分の形態

(ア) 窒素 (N) 質肥料

アンモニア態窒素 水に溶けてアンモニウムイオン NH_4^+ となり作物に速やかに吸収されます。陽イオンであるので土壌に保持され、溶脱されにくく、硝酸化

成菌のはたらきによって硝酸態窒素になります。

硝酸態窒素 水によく溶けて、作物にはやく吸収されます。硝酸イオン NO_3^- は陰イオンであるので土壌には保持されないで溶脱されます。また水田では脱窒されるので損失が大きくなります。

尿素態窒素 土壌中の微生物によってアンモニア態窒素に変化し作物に吸収されます。窒素をはやく吸収させたいときは、薄い溶液にして葉面に散布してやることができます。

シアナミド態窒素 土壌中で加水分解を受けて尿素になり、さらに微生物の作用でアンモニア態窒素となって吸収されます。シアナミド態窒素そのものは作物の根や種子に直接ふれると有害です。石灰窒素の窒素の主成分です。

有機態窒素 植物油かすや堆肥などにタンパク態で含まれています。微生物によって分解されてから作物に吸収されます。

(イ) リン酸 (P_2O_5) 質肥料

無機態リン酸には、水によく溶ける水溶性リン酸、くえん酸アンモニウム溶液に溶ける可溶性リン酸、2%くえん酸溶液に溶けるく溶性リン酸、水やくえん酸溶液には溶けない不溶性リン酸があります。水溶性や可溶性リン酸は速効性ですが、火山灰土では土壌に固定されやすい性質があります。く溶性リン酸はゆっくりおだやかに効きます。不溶性リン酸は一般に肥効が低いのですが、骨粉は例外で肥効がたかいのです。有機態リン酸を含むものには、堆肥、米ぬか、油かすなどがあります。これらは微生物によって分解されてから作物に吸収されます。

(ウ) カリ (K_2O) 質肥料

すべて無機態で水に溶けやすく、速効性です。陽イオン(カリウムイオン)になるので、土壌中に保持されやすく、溶脱されにくいのです。

3 有機物の施用方法

有機物にはいろいろな種類のものがありますが、土壌中に施用されると微生物によって分解され、植物の栄養になったり、土壌の物理性(保水性、排水性、通気性など)や生物性(微生物性)の改善に役立ちます。有機物は年間で数%程度分解して減少していきますので地力の維持や増強には有機物の継続した補給は欠かせないものです。

ア 炭素率(C/N比)と有機物の分解

有機物は種類によってその分解のしかたが違います。分解のしやすさ・しにくさは環境条件によってちがいますが、同一条件では炭素率(C/N比)の大小が判断の目安となります。

炭素率というのは堆肥に含まれている炭素と窒素の比率のことです。

炭素率は、有機物の分解しやすさと密接な関係があり、相対的に炭素の比率が高いと、堆肥は分解が遅く、炭素の比率が低いと分解が速いといえます。その境界線は20程度です。

炭素率の大きい有機物は分解が緩やかに進み、土壌中に有機物が残るので土壌改良効果（物理性改善）が大きいです。

一方、炭素率の低い有機物は、施用後まもなく分解が始まり窒素などの養分を放出します。土壌中にあまり有機物が残らないので、土壌改良効果は小さいです。

イ 家畜ふん堆肥の特性

家畜ふん堆肥の特性は、動物の種類によって大きく異なります。例えば、養分含有率は鶏ふんで高く、牛ふんで低いといった違いがあります。

また飼料、ふん尿の処理方法、季節等によっても変わります。それによって肥効も変わりますので、それらの特徴をよく把握して施用することが大切です。

窒素の無機化率は、温度の影響を強く受け、いずれも高温で速く、低温で遅くなります。

ウ 畜種別の堆肥の特徴

家畜ふん堆肥は、土壌改良（土づくり）効果と、肥料としての効果の両方を持っています。しかし、畜種によって特徴や性質が異なりますので、家畜ふん堆肥の特徴を知って使う必要があります。

大まかな性質は、次の表のとおりです。

	牛ふん堆肥	豚ふん堆肥	鶏ふん堆肥
肥料効果（化学性の改善）	小	中	大
土壌改良効果（物理性改善）	大	大	小
地力効果（生物性の改善）	大	中	小

【牛ふん堆肥】

窒素含有率が低く、炭素率が高いため、肥効が緩効的（緩やかに効く、後から効く）で、有機物は土壌中に残りやすいものです。土壌改良の効果が大きい期待できますが、肥料効果もありますので成分を調べて後の肥料の量を加減しましょう。

【豚ふん堆肥】

肥効もあり、土壌改良効果も期待できるため、牛ふんと鶏ふんの中間的な性質を持つものです。肥効が高い分有機質肥料的な使い方を考えた方がよいでしょう。

【鶏ふん堆肥】

窒素含有率が高く、炭素率が低いため、分解が速く肥効が速効性です。

土壤中に有機物があまり残らないため土壌改良効果は低く、化学肥料に近いものと考えた方がよいでしょう。

エ 家畜ふん堆肥の使い方のポイント

- (1) 目的にあった畜種の家畜ふん堆肥を選びましょう。
- (2) 未熟堆肥はさけましょう。
- (3) 肥料効果を考えて過剰施用をさけましょう。
- (4) 堆肥の肥効も考えて、化学肥料の量を調整しましょう。
- (5) 土壌分析により堆肥の適正施用量を決めましょう。

4 緑肥作物の利用

緑肥の作付けは古くて新しい技術です。

緑肥は、植物体を堆肥化することなく、切断した程度でそのまま土壌にすき込み、土壌中で分解させて次作物に養分を供給し、あるいは土壌に有機物を補給し物理性の改善を図る作物をいいます。(緑肥作物あるいは青刈り作物)。

緑肥作物としてマメ科植物を利用すると根粒菌が固定する窒素の補給が期待できます。また、有機物の補給の目的ではトウモロコシやソルガムなど生育量の大きな作物を利用する場合があります。そのほか、クロタラリアは深根性なので土壌物理性が改善される効果と根粒で固定される窒素の補給が可能となります。

マリーゴールドを栽培することは線虫対策と考えられる方が多く、いずれも環境保全型農業で有効な技術です。

ここでは、とくに畑作にはかかせない輪作の一役を担う、緑肥の機能や使い方、活用方法を紹介していきます。

ア 緑肥作付けによる各種の効果

緑肥は、単なる有機物としてのすき込み効果だけでなく、作付けに伴うさまざまな影響が大きいと考えられています。これは、土壌表面の被覆や根張りなどによる効果であり、具体的には下記のような効果があります。

(ア) 土壌の物理性改善

緑肥の根が張ることによって、土壌を膨軟にし、透水性が改善されます。重粘性土壌や耕盤層のある土壌では効果的です。

(イ) 土壌の生物性改善

緑肥の種類によっては、土壌に存在する病原菌や有害線虫などの密度が低下します。また、菌根菌など有用微生物の増加効果も認められています。

(ウ)養分の流亡防止

土層中に残存する肥料成分を緑肥は吸収し、硝酸態窒素などによる地下水汚染を防ぐ効果があります。短期の作付けではエンバク、下層土に集積した硝酸を吸収する場合には深根性のアルファルファ等が有効であると考えられています。

(エ)雑草の抑制

緑肥により土壌表面の被覆やアレロパシー(=他感作用)物質が放出されることによって、雑草の生育を抑制することが報告されています。

*アレロパシー(=他感作用)とは、植物が生産する天然の化学物質が、他の植物・昆虫・微生物などに阻害や促進など何らかの作用を及ぼす現象をいいます。

(オ)その他

塩類集積土壌や施設園芸土壌などにおいて過剰に集積した肥料成分をエンバク、トウモロコシ、ソルガムなどのイネ科が効果的に吸収する効果もあります。

イ 緑肥作物の種類と効果

(ア)ソルガム

緑肥作物の中でも生育が旺盛で、有機物量が多く、土壌の物理性改善に有効とされています。また、窒素やカリウムの吸収量が多く、前作物の残留した養分を有機物として還元されます。品種によってはサツマイモネコブセンチュウに効果があります。

ソルガムには、さまざまな種類があります。

播種期：5～8月

播種量：2～3kg

すき込み適期：出穂前(概ね60日前後)

乾物収量：2.0t

(イ)ギニアグラス

有機物量は少ないですが、ネコブセンチュウ類などに効果があります。

播種期：5～8月

播種量：1～2kg

すき込み適期：出穂前(概ね60日前後)

乾物収量：1.5t

(ウ)エンバク

有機物量は少ないのですが、春と晩夏～秋の2回に播種ができます。また、露地圃場では、冬季の風蝕防止にも有効です。

最近では、根こぶ病の病原菌を土壌中から低減させるための技術としても利用されています。キタネグサレセンチュウにも効果が示されています。

播種期：3～5月、8～10月

播種量：10～15kg

すき込み適期：出穂前（概ね 60 日前後）

乾物収量：0.8～1.5 t

(エ) マメ科(クロタリリアなど)

空中窒素を固定するため、すき込み後は 1～2 割程度の減肥ができます。

播種期：5～7 月

播種量：4～5kg

すき込み適期：草丈 1.5m 又は開花始期（概ね 60～70 日）

乾物収量：0.8～1.5 t

ウ 実際の作業

(ア) 緑肥の作付け

実際に緑肥が作付けられている事例は、全国に数多くありますが、施設野菜（果菜＋葉菜または周年果菜類）は、いずれも夏の高温期を中心に行われています。

この期間は、緑肥作物の作付けによる後作への影響が非常に少なく、すき込み後のマルチ被覆により腐熟期間が短縮でき、太陽熱による土壌消毒効果も期待することができます。ただし、緑肥の生育には約 60 日程度、すき込み後の腐熟期間としては、約 30 日ぐらいを目安にすることが多く、緑肥の利用は圃場全体を対象とするのではなく、一部を年毎に順序（ローテーション）よく行なうことが望ましい方法といえます。

全体を対象とする場合には、前後作の作期を短縮する必要があります。露地圃場では夏期の作付けの他、冬期にエン麦類の作付けを行う地域もあります。

(イ) すき込みと腐熟期間の注意

イネ科のすき込みは、出穂前までに行うことが必要です。イネ科では、生育が進むにつれて、分解し難い繊維が増え、分解までの期間が長くなります。その結果、後作の初期生育に窒素飢餓を起こす危険があるので、すき込みと同時に石灰窒素等（たとえば、100kg/10a の施用。ただし、後作が控えている場合には石灰窒素由来の窒素成分を十分に考慮すること。）を施用することをお勧めします。

すき込み後の腐熟期間は、約 30 日を目安とします。すき込み後の緑肥が分解しはじめると、土壌中の微生物が急激に増加し、発芽不良等の生育障害が発生する危険があるので注意が必要です。

(ウ) 対抗植物としての緑肥作物の利用

緑肥作物の中には、栽培することによって土壌中の有害線虫密度を低減させる効果がある対抗植物があります。三重県では主にネコブセンチュウ類、ネグサレセンチュウ類が問題となっています。このような圃場では、発生している線虫種に応じて対抗植物を選定します。対抗植物の効果を発揮させるためには、概ね 3 カ月間の

栽培期間が必要です。栽培期間が短いと十分な効果が得られないので、栽培体系の中に計画的に導入する必要があります。対抗植物は春から夏にかけて播種し、栽培するのが一般的ですが、エンバク野生種のように秋播きで利用できるものもあります。ただし、秋播きの場合には栽培期間を長くします。また、対抗植物の栽植密度を高くしても、十分な効果を得るための栽培期間の短縮は期待できません。