

## VI 施肥管理の考え方

### 1 施肥管理の基本的な考え方

施肥基準は、それぞれの作物の作型において、収量目標を得るための堆肥施用量、三要素（窒素、リン酸、カリ）の施肥量（基肥＋追肥）からなる。

堆肥は、土壌の化学性、物理性および生物性を改善し、土壌環境を良好にする土づくりを目的として施用する。そのため、堆肥は養分含量が少ない、有機物含量が多い、炭素率の高い牛ふん堆肥、バーク堆肥やオガクズ堆肥などを施用する。当基準では、養分含量が多く、炭素率が低い鶏ふん堆肥や豚ふん堆肥などは含まない。

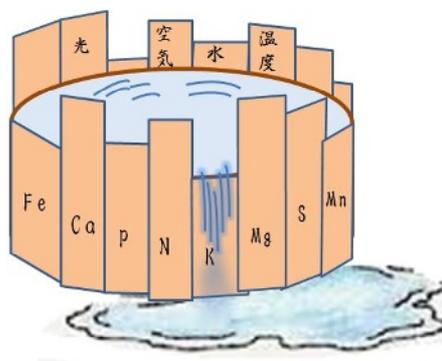
農作物の生産量を高めるために、これまで多くの肥料が施用されてきた。こうした中で、近年は土壌中のリン酸、カリは蓄積傾向にある。健全な土壌環境が損なわれ、作物の生育障害が発生する事例も見られてきている。また、最近の肥料価格が高騰してきている中で、肥料代を節約し、コスト低減をしていくことも大切である。栽培作物が目標収量を得るためには、必要な養分量、あるいは持ち出し量を補給しなければならない。

土づくりとして施用する堆肥は肥料成分を含んでおり、多量施用では、連用に伴って土壌に窒素、リン酸やカリなどが蓄積することから、定期的に土壌診断を行い、現状の土壌状態を正確に把握し、施肥設計をたてる。また、堆肥施用量が多すぎると養分残存量が多くなるため、堆肥に含まれる養分量も施肥量を決定する上では考慮する必要がある。土壌蓄積養分や家畜ふん堆肥中養分を考慮した施肥法についての詳細は、「Ⅱ-2 生産コスト低減（肥料費節減、省力）技術」を参照する。

$$\text{施肥量} = \frac{(\text{必要養分吸収量}) - (\text{土壌からの養分供給量} + \text{堆肥からの養分供給量})}{(\text{肥料要素の吸収率})}$$

### 2 肥料成分の吸収量と作物生産

19世紀の有機化学者リービッヒは、「植物の生育は最も不足する栄養分に左右され、最も不足する栄養分を施さない限り他の養分を施しても植物の収量はよくなる」という最小養分律を提唱した。リービッヒの最小律を分かりやすく説明するものとして、ドベネックの桶が知られている。植物の成長を桶の中の水に見立て、桶を作っている板を養分に見立てる。たとえ一枚の板のみが長くとも、一番短い部分から水は溢れ出し、結局水嵩は一番短い板の高さまでとなる。一般に植物は窒素、リン、カリウムを特に多く必要とし、土壌中でも不足しやすく、三要素と言われる。目標収量を得るための養分吸収量は把握されている。作物の吸収する養分量はおおよそ表V-2-1のとおりである。



図V-2-1 ドベネックの桶

表V-2-1 作物の養分吸収量の例

作物名	収量 (kg/10a)	養分吸収量(kg/10a)			作物名	収量 (kg/10a)	養分吸収量(kg/10a)		
		N kg	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg	K <sub>2</sub> O kg			N kg	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg	K <sub>2</sub> O kg
水稲	487	10.3	7.0	7.6	キャベツ	6,086	24.5	9.4	35.4
大麦	359	7.9	3.5	12.3	ハクサイ	9,218	16.4	7.6	37.4
小麦	502	10.7	4.1	11.7	ダイコン	7,942	19.4	4.9	43.4
ダイズ	384	27.3	5.0	13.0	ニンジン	3,823	10.9	3.5	29.6
スイカ	4,288	7.1	2.8	11.4	レタス	3,605	10.4	3.7	21.1
メロン	3,385	18.3	6.7	31.6	ハウレンソウ	2,425	10.9	2.8	22.0
ピーマン	11,625	34.8	7.7	54.1	根深ネギ	3,280	6.0	2.3	5.7
トマト	13,371	33.8	5.1	37.5	スイートコーン	1,192	19.0	5.7	17.5
ナス	18,177	57.0	24.0	37.0	サヤインゲン	4,325	27.0	12.5	25.8
キュウリ	8,335	22.4	13.0	31.7	カンショ	2,433	7.0	3.5	20.0
ニガウリ	8,000	25.8	8.0	45.2	パレイショ	12,035	12.9	5.3	28.7
小ネギ	1,657	8.0	2.0	10.4	茶	1,600	25.7	10.6	20.7
ニラ	8,219	41.3	11.4	56.7	サトウキビ	7,266	11.1	5.5	24.6

- 注) 1. 「収量」とは、例えば水稲については目標収穫物である玄米、キャベツやハクサイについては結球の重量を示す。  
 2. 「養分吸収量」は、例えばキャベツについては目標収穫物である結球の収量での窒素、リン酸、カリの吸収量を示す。  
 3. 水稲以外は、九州沖縄農業研究センター研究資料第92号から作表、水稲は鹿児島平成25年度県農業開発総合センター土壌肥料試験成績書から、サヤインゲン(促成栽培・長期どり)は鹿児島平成12年度県農業試験場土壌肥料秋冬作試験成績書から作表

### 3 肥料の利用効率

土壌に施用された肥料成分の全量が作物によって吸収されるものではない。施肥した養分の一部は溶脱やガス化によって土壌中から損失したり、土壌中での固定により、作物に吸収されにくい形態に変化する。このため、作物に吸収される成分は施肥量の何割かに過ぎない。施用した肥料成分量に対し、作物に利用された成分量の割合を肥料の利用効率といい、利用効率は次の式により算出される。

$$\text{肥料利用率 (\%)} = \frac{\text{肥料成分の養分吸収量} - \text{肥料無施用の養分吸収量}}{\text{肥料成分施用量}} \times 100$$

作物の養分吸収は、温度、光、酸素、炭酸ガス、水、養分の存在様式などの環境因子に影響され、さらに、作物の栄養状態、種類の相違、自己調整作用のほか、根の生理とも密接な関係にある。また、作物の養分吸収過程や養分の分布と移動については成分間に相違が認められ、土壌の相違により養分吸収の異なることが明らかにされている。したがって、利用効率は肥料の種類、成分の形態によって異なるばかりでなく、施肥の量、方法および時期、気象条件、土壌、栽培法、作物の種類によって異なり、一定のものでない。

肥料要素の利用効率は水田と畑地、基肥と追肥、並びに栽培法、作期、さらには肥料の種類などによってかなり異なる。

各肥料要素別の利用効率はおよそ次のとおりに算定されている。窒素利用率は水稲作では20~50%、畑作では40~60%で、窒素損失の主な要因として、畑では溶脱、水田では脱窒があげられる。リン酸利用率は10~20%で、利用率が低いのは施用された水溶性のリン酸が土壌中で固定され、難溶性に変わるためである。カリ利用率は水稲作、畑作とも40~70%で、一般に高い。

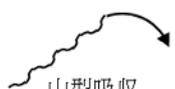
#### 4 施肥法と肥効

農作物への施肥は、収量、品質が最も良くなるように行う必要がある、そのためには生育特性に合わせて、作物の必要量を必要な時期に施肥する必要がある。表V-4-1に野菜のタイプ別養分吸収パターンを示す。野菜類はホウレンソウのように茎葉を繁茂させる栄養生長段階で収穫するものや、茎葉を繁茂させつつ、果実肥大をさせるトマトなど生育特性や養分吸収特性は多種多様である。連続的に養分が必要な作物と生育後半に養分要求が高まる作物がある。農作物への施肥管理はこのような作物の生育特性、養分吸収特性を考慮して行っていく必要がある。

過剰施肥が極端な場合は濃度障害として現れ、作物の発芽発根不良、枯死をもたらす。濃度障害が現れない場合でも、栄養生長過多となり、養分の過剰症を引き起こしたり、果菜類の着果が悪くなったり、時には他の養分欠乏症を引き起こしたりする場合がある。

基肥と追肥の施用は、作物が必要とする養分を、必要な量だけ、必要な時期に施用されることが重要である。その施肥時期や施用量は、各作物の養分吸収特性を基に決定される。その指針として施肥基準を策定している。特に作物生育に最も影響が大きいのは窒素成分である。最適な施肥を行うためには、土壌診断を行い残存養分量を調べ、施肥設計を行うことが重要である。また、気象条件と施肥は密接な関連性があり、施肥設計や肥培管理には作物の生育状況を観察しつつ対応していくことも重要である。農作物の施肥量は、養分吸収量、土壌からの供給量、肥料の利用率等を考慮して施用時期、施用量を決めることが基本である。特に施設野菜などでは肥料養分が蓄積しやすく、残存養分量を調べ基肥設計に組み込む必要がある。一般的には養分の土壌への蓄積程度が圃場や時期によって大きく異なるため、土壌診断に基づき施肥設計を立てなければならない。

表V-4-1 野菜のタイプ別養分吸収パターン

グループ	野菜の種類	養分吸収のパターン (主に窒素成分)	施肥のポイント
I 栄養生長型	<葉菜類> ホウレンソウ コマツナ シュンギク	栄養生長体である葉部を生育最盛期に収穫する。  連続吸収	●品質保持(葉色維持)等のため、肥料切れをさせないこと。ホウレンソウは収穫時にも5mg/100g以上の残存Nが必要
II 栄養生長 生殖生長	トマト ナス キュウリ ピーマン	栄養生長体である莖葉を伸長させながら、生殖生長体である果実の肥大・充実を図り、連続的に収穫する。  連続吸収	●長期にわたって栽培され、連続的な肥効が必要で、追肥重点。 ●栄養生長過多では、着果不安定となりやすい。トマトは土壌無機態Nを10mg/100g前後に維持した場合多収となる。
	スイカ メロン カボチャ	 山型吸収	●基肥は栄養生長量(初期生育)の確保、追肥は果実の肥大、充実と莖葉の伸張。 ●栄養生長過多では、着果不安定になりやすい。
III 栄養生長 生殖生長 不完全転換型	直接的結球型 タマネギ ニンニク ラッキョウ	生長点に刺激がもっとも強く作用し、球葉が形成されて、生育相が転換する。  山型吸収	●初期生育優先で基肥重点するが、球肥大初期の肥効が必要 ●肥大期のN不足は肥大不良、N過多は長球や葉できになって肥大不良になる。 ●収穫期には土壌中のNを必要としない。タマネギは球肥大初期に土壌無機態Nが3~5mg/100gあることが望ましい。
	間接的結球型 ハクサイ レタス キャベツ	外葉の生育の後、球葉が形成されて、生育相が転換する。  連続吸収に近い山型吸収	●N・Kの2/3~3/4を基肥とし、残りは結球前に施用し、球の肥大、充実を図る。 ●肥効は収穫期にも持続するが、効きすぎは良くない。
	根肥大型 直根類 ダイコン カブ ニンジン 塊根類 パレイシヨ カンシヨ サトイモ	地上部は中期ピーク型、地下部は生育量平行型のパターンを示すが、地上部からの養分移行を要する。  山型吸収	●基肥重点で、生育後期にNの肥効が切れ、葉が黄化することが望ましい。
IV 栄養生長 生殖生長 完全転換型	スイートコーン ブロッコリー カリフラワー	栄養生長は止葉の出現により停滞し、生殖生長に転換する。  山型吸収	●間接的結球型野菜と同様基肥重点+追肥型の施肥法が適当

(相馬, 財団法人日本土壌協会「野菜の栽培特性に合わせた土づくりと施肥管理」を一部改変)