

この冊子は、**宝くじ**^{★★}の社会貢献広報事業として助成を受け作成されたものです。



野菜の栽培特性に合わせた 土づくりと施肥管理



INDEX

1. 野菜類の生育特性と養分吸収 P 3

2. 養分吸収特性を考慮した野菜の施肥 P 5

 (1) 栄養生長型野菜 (例: ホウレンソウ)

 (2) 栄養生長・生殖生長同時進行型野菜 (例: キュウリ)

 (3) 栄養生長、生殖生長不完全転換型野菜

 ア) 間接的結球タイプの野菜 (例: レタス)

 イ) 直接的結球型野菜 (例: タマネギ)

3. 施肥に当たって考慮すべき事項 P14

 (1) 肥料の利用効率

 (2) リン酸肥料の利用効率

 (3) 有機肥料の施肥効率

 (4) 効果的施肥法








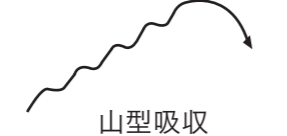

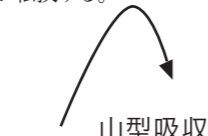

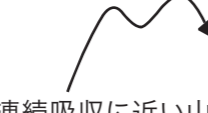




1. 野菜類の生育特性と養分吸収

作物への施肥は、収穫する作物の部位(葉、子実、根等)の収量、品質が最も良くなるように行う必要があります。このためには作物の生育特性に合わせその作物が必要とする量を必要な時期に施肥する必要があります。

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、果実の肥大をさせていくトマトなど生育特性や養分吸収特性は多様であります。大きく分ければ、常時連続的に養分が必要な野菜と生育後半に大量に養分が必要な野菜とがあります。

作物への施肥管理はこうした作物の収穫する部位に合わせ生育特性、施肥特性を考慮して行っていく必要があります。

野菜のタイプ別養分吸収パターン (資料: 相馬)

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 同時進行型 (つるばけ抑制)	〈弱抑制〉 トマト、ナス、キュウリ、 ピーマン  〈強抑制〉 スイカ、メロン、カボチャ 	栄養生長体である茎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  山型吸収 	●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。 ●基肥は栄養生長量(初期生育)の確保、追肥は果実の肥大、充実と茎葉の伸張。 ●栄養生長過多では、着果不安定になりやすい。
III 栄養生長	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。 ●収穫時には土壌中の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 	外葉の生長の後、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。
	不完全転換型 根肥大型 直根類 ダイコン、カブ、 ニンジン 塊根類 パレイショ、 カンショ、 サトイモ 	地上部は中期ピーク型、地下部は生育量並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。

2. 養分吸収特性を考慮した施肥

肥料は最近一般に過剰施用になりがちですが、過剰施用は極端な場合、濃度障害として現れ、作物の発芽不良、枯死をもたらします。そこまで至らなくても栄養生長過多となり果菜類の着果が悪くなったり、時には他の養分の欠乏症を引き起こしたりします。

施肥(基肥、追肥)の原則は、①作物が必要とする成分を、②必要な量、③必要な時期に、④必要な位置に施用することです。

作物への施肥時期や量は、各作物別の時期別及び全養分吸収量を基に決定されます。その指針として各都道府県で施肥基準を策定しており、ホームページ上に公開されています。施肥の際に参考にされると良いでしょう。お住まいの都道府県の施肥基準が見当たらない場合は、気象条件の似通った都道府県の施肥基準を参考にしてみてください。

千葉県のハウス促成長期栽培における施肥基準

(k g/10a)

使用時期		窒素	りん酸	加里	対応
基肥	9月下旬	24	29	24	有機質肥料、緩効性肥料
追肥	11月中旬から30日ごとに6月中旬まで(計8回)	2	1 X 8回	2	高度化成、液肥
計		40	37	40	

特に作物生育に最も影響を与えるのは窒素成分であり、近年、養分バランスの崩れによる生育障害もみられます。残存養分量を土壌診断で明らかにし、施肥設計していくことが重要です。

また、気象条件と施肥は密接に関連しており、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が必要です。

野菜に対する施肥は、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肥時期、施用量を決めることが基本です。野菜の生育を支配する養分は窒素といっても良いくらい野菜の窒素に対する反応は敏感です。

特に施設野菜などでは肥料養分が蓄積しやすく、残存窒素量を調べ基肥設計に組み込む必要があります。

一般的に野菜栽培圃場では養分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ることが重要です。



土壌養分検定器

(1) 栄養生長型野菜 **ほうれんそう**

①ほうれんそうの生育相と養分吸収特性

栄養生長型野菜の代表的品目であるほうれんそうの生育期間は温度条件などにより異なりますが、播種から収穫まで約30日～100日と短期間です。

生育適温は10℃～20℃ですが、被覆資材、品種などを活用して周年生産されています。

作型は大きく分けて次の作型が代表的です。

- ①春まき栽培(3～5月)
- ②夏まき栽培(6～8月)
- ③秋まき栽培(9～11月)
- ④冬まき栽培(12～2月)

ほうれんそうは比較的多肥を好む作物で特に窒素は硝酸態窒素を好みます。

生育が進むにつれ窒素の吸収量は比例的に増加します。従って、収穫時に作物の活性を保つ必要があります。収穫時に無機態窒素5mg/100g以上の残存窒素を確保する必要があります。



生育ステージの異なるほうれんそう圃場



②ほうれんそうの施肥管理の重点

栽培期間が短いため、全量基肥を基本とし、土壌中無機態窒素量を漸減させながらも収穫時に5mg以上に維持する必要があります。すなわち、作物の活性を維持していくため5mgは必要で、このレベルを下回るときは活性を失い葉の退色・黄化が生じ生育が停滞します。多量の降雨後5mgを切るような溶脱しやすい土壌では葉色が低下します。

降雨などによる溶脱のため、肥切れが生じないよう地力窒素の培養や有機質肥料などの活用が栽培期間が短いにも関わらず必要です。

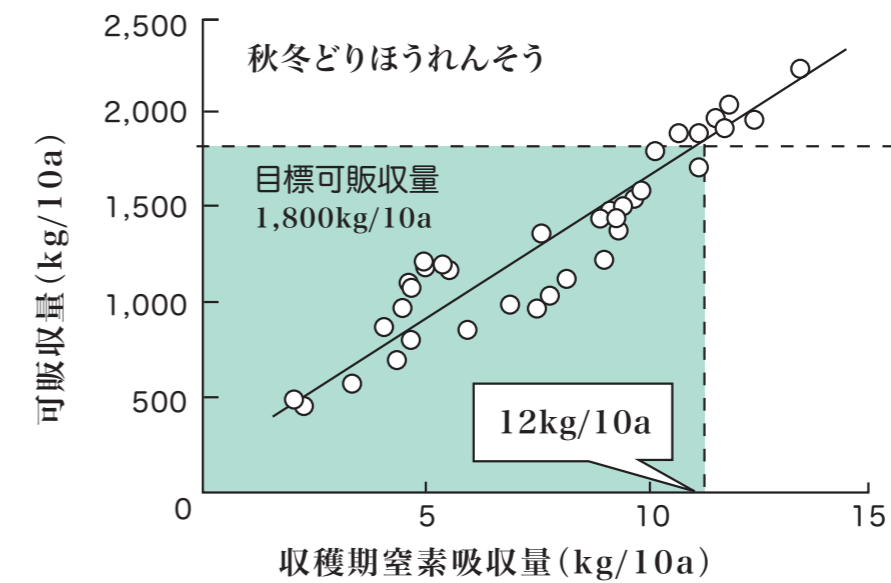
ほうれんそうの生育に最適な無機窒素濃度は、土壌の種類によって多少の違いはあるものの、作土(乾土)100g中10～15mgで、これを10a当たりの施肥窒素量(全面散布し作土とよく混和)に換算すると、おおむね10～15kgに相当します。

なお、2作、3作目のほうれんそうの栽培に当たっては残存窒素量を評価し減肥を行う必要があります。

ほうれんそうは土壌酸性に弱い作物で、好適なpHは6.0～7.0であり、土壌診断により適正レベルになるよう改善する必要があります。



現場でのpHメーター測定



秋冬どりほうれんそうの窒素吸収量と可販収量との関係 (資料：千葉県農試)

(2) 栄養生長・生殖生長同時進行型野菜

キュウリ

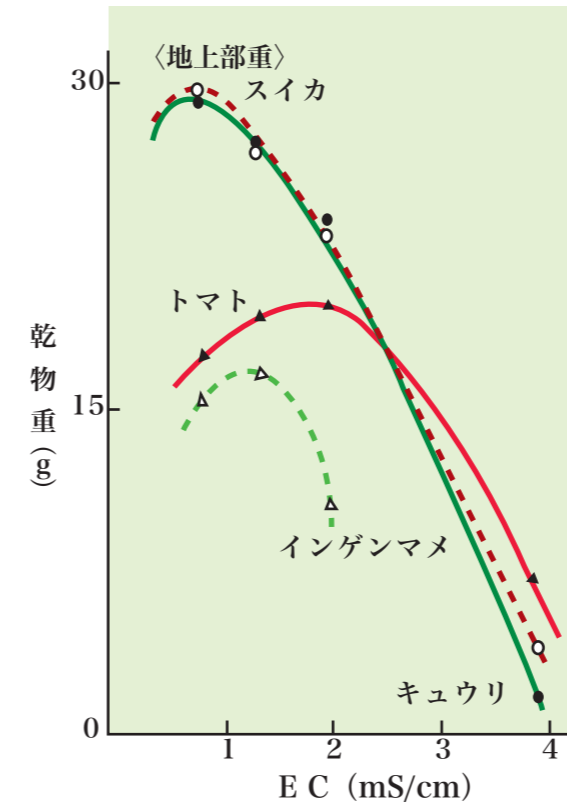
①キュウリの生育相と養分吸収特性

キュウリは寒地から暖地まで様々な気象条件で栽培されており、作型も複雑に分化しています。

代表的な作型の例は下図のとおりです。

キュウリの養分吸収は定植後1ヶ月位までの栄養生長期は比較的緩慢ですが、その後、開花し果実が肥大してくる生殖生長になると養分吸収は活発になり、特に加里、石灰、窒素の吸収が増大してきます。

キュウリは収穫が始まると、茎葉の生長と果実の肥大、収穫が並行して進むので、栽培期間通じて安定した養分の供給が必要です。栄養生長と生殖生長のバランスをとるためには土壌中の無機態窒素の濃度の変動を少なくする必要があります。



果菜類の地上部の生長に及ぼす EC の影響

キュウリは、濃度障害に弱いため、ECを高めないようにする必要があります。

左図(埼玉県園試)にあるようにトマトがEC2.0mS/cmあたりで良好な生育を示すのに対し、キュウリは1.0mS/cmとかなり低いところに好適濃度があります。その濃度の適応幅も狭く、ECを高めない肥料選択等にも配慮する必要があります。

②キュウリの施肥管理の重点

キュウリ(トマト等も同様)は生育期間が長く、養分の連続供給が必要です。施肥は追肥が重点になります。キュウリは収穫開始から終了時までで、土壌中の無機態窒素濃度が10mg程度を切ると減収します。肥切れは花落ちとなり収量低下をもたらします。

キュウリ栽培に適する土壌無機態窒素は、促成栽培で10~20mg、抑制摘心栽培で生育前半15~25mg、後半10~15mgが適当であるとされています。

参考：農文協 野菜栽培の基礎知識

作型	4月	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	備考
促成						●	▲	■	■	■	■	■	関東・西南 東北・東山
半促成							▲	■	■	■	■	■	静岡・九州 東山
早熟 (トンネル)										▲	■	■	東海・四国 東北・東山
普通	●	▲	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	関東・東山 近畿・九州
抑制	ハウス					●	▲	■	■	■	■	■	東北・東山 西南暖地
	露地		●	▲	■	■	■	■	■	■	■	■	北陸・東山 西南暖地

●播種 ▲育苗 ▼定植 ▲トンネル ▲ハウス ■収穫



健全に育っているキュウリ

(3) 栄養生長、生殖生長不完全転換型野菜

ア) 間接的結球タイプの野菜 (例: レタス)

① レタスの生育相と養分吸収特性

レタスは高温で花芽分化し抽台するので、温度の制約が栽培時期を決める要因となります。

主な作型は

- ① 温暖地では春どり
 - ② 寒地・寒冷地では夏秋どり
 - ③ 暖地では冬どり
- です。



養分の吸収は、生育初期が少なく、外葉形成後期から球肥大期にかけて急激な養分吸収の増大がみられます。他の結球野菜と比較して加里の吸収が多く、石灰の吸収量も多いのが特徴です。

養分供給を一時的に遮断する実験によると、生育初期のリン酸と結球開始期以降の窒素及び加里の欠乏が収量の減少に大きく影響します。特に窒素は球の肥大に大きく影響します。

レタスは酸性土壌では生育が悪く、特に pH5.0 以下になるとその害がはっきり出てきます。一方、高 pH では腐敗球や微量元素欠乏症が発生しやすくなります。

また、レタスは有機物の施用効果の最も大きい野菜で、窒素供給源として良質堆肥等有機物を施用することが重要です。

定植直後のレタス



収穫期のレタス



② レタスの施肥管理の重点

レタスにおいても窒素の過不足は収量、品質に大きな影響を及ぼします。窒素過剰の場合、異常球が発生しやすく、また、糖やビタミンCが低下します。

レタスは地力窒素による肥料成分のほうが生育に大きな影響を与えます。土壌中の有機物が分解して発現する窒素(地力窒素)の供給量は、地力、作型によって大きく変わってきます。

一方、秋どり作型では、地力窒素は生育初期から82%と高い割合を占め、その後少し減少するものの収穫期には80%に達していました。

このように、高温期に地力窒素の発現が多いことがわかります。

このような窒素の動態を考慮した場合、主要生産県の標準的なレタスの施肥量は10a当たり窒素15kg、リン酸18kg、加里20kgとされていますが、低温期の作型は多肥に、高温期の作型は少肥にする必要があります。有機物からの窒素吸収量を考えても2割程度の減肥は可能であり、また、タケノコ球などのレタスの異常結球を避けるためなどからも必要です。



イ) 直接的結球型野菜 (例: タマネギ)

① タマネギの生育相と養分吸収特性

タマネギは生育期間が長く、秋まき栽培で230日～270日、春まき栽培で190日程度です。北海道では春まき栽培が行われていますが、都府県では秋まき栽培が普通です。

生育期間が長い割には養分吸収量、施肥量とも少ないのが特徴です。秋まき栽培では地上部の生長が盛んになる3月頃から養分吸収量が著しく増加します。

タマネギの生育は地上部の発育期と球の肥大充実期とに分けられますが、窒素、リン酸、加里ともに気温の低い冬期の吸収量はわずかです。気温が上昇し、地上部の生育が旺盛となるに従い加里、窒素、リン酸の吸収が増加します。

千葉県タマネギ圃場での生育段階 (11月上旬定植～5月末収穫開始)



4月下旬の生育、玉肥大開始



5月下旬の収穫期

タマネギを毎年作付している圃場で窒素、リン酸、加里を標準量(窒素20kg/10a)施用した区と1/2施用した区、無施用区の3区設けて収量の比較試験結果があります。

(右図: 兵庫県農業技術センター資料を改変)

これを見ると収量に最も影響の大きいのは窒素とリン酸で、無施用区ではそれぞれ約2割減収しています。

タマネギの生育にとって特に重要な養分は窒素とリン酸です。

三要素の施用量の違いがタマネギ生育・収量に及ぼす影響

処理区	葉重 (g/株)	球重 (g/株)	灰色腐敗 (%)	抽台 (%)
標準施肥	53	183	0	0.5
窒素 0	34	141	0	2.0
窒素 1/2	46	193	0	0
リン酸 0	46	143	0	0
リン酸 1/2	51	186	0.5	1.5
カリ 0	58	209	0	0
カリ 1/2	56	202	0	1.0

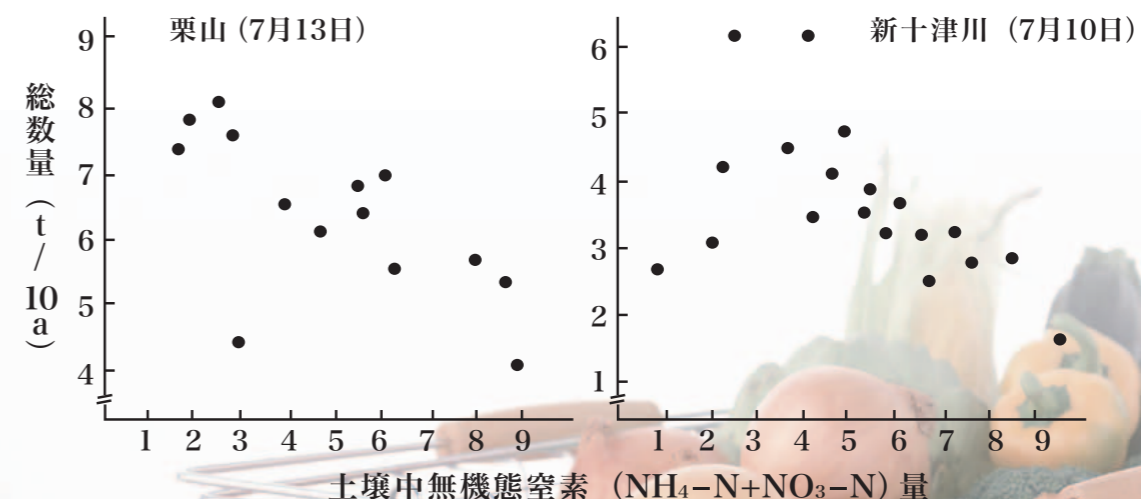
② タマネギの施肥管理の重点

タマネギは浅根性であるので、肥効を高めるため根に近い位置に施用するのが望ましく、マルチ栽培では三要素全量基肥が普通です。窒素は外葉の旺盛な生長とともに吸収され、土壌中無機態窒素量は漸減します。

球肥大始期(秋植えでは4月下旬頃、春植えでは7月中旬頃)土壌中に3～5mgの無機態窒素量が存在することが望ましいですが、不足すると球の肥大充実が劣り、過剰に存在すると窒素が後効きし、栄養生長過多となり、球肥大が抑制されたり長球が増えたりして、規格内収量を減らすことになります。

下図は、北海道のタマネギ産地での球肥大開始時点の無機態窒素含量とタマネギ収量との関係を調査したデータですが、3～5mgの無機態窒素量が存在している圃場の収量が高くなっています。

タマネギ土壌無機態窒素量 (7月中旬) とタマネギ収量 (相馬)



3. 施肥設計に当たって考慮すべき事項

施肥設計する場合に考慮すべきこととして、これまで述べてきた作物の養分吸収特性などとともに、

- ① 土壌の肥沃度
- ② 肥料として利用する資材の養分の発現状況や利用効率
- ③ 施肥法などがあります。

土壌の肥沃度の中で作物の生育に最も影響の大きいのは、土壌中の有機物が分解して発現してくる無機態窒素でいわゆる地力窒素といわれるものです。

地力窒素は土壌中の有機物が微生物の働きによって分解され発現してくる無機態窒素で、この発現量は、温度、水分、酸素、土壌の種類、pH、腐植含量によって変化します。

これらの中で地力窒素の発現量に最も大きく影響するのは地温です。地力窒素は15℃以上で発現し始めてきて、20～25℃で最も多く発現してくるとされています。



野菜の中で特に地力窒素を好むレタスについて見てみると、地力窒素の発現量は作型などによって異なります。

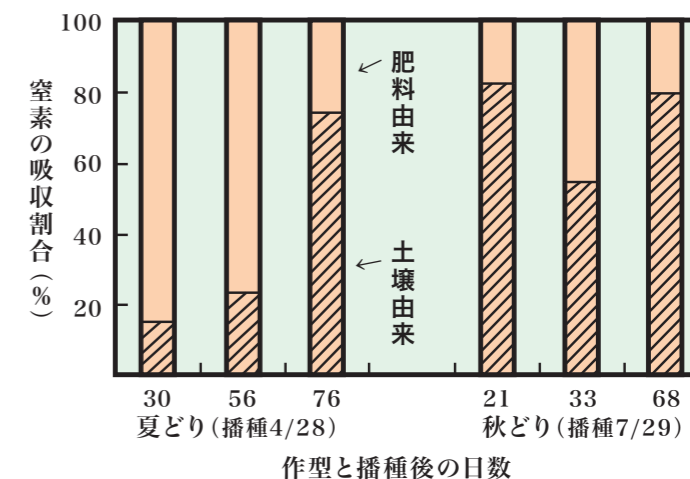
長野県中信農試の調査結果によると、4月28日播種の夏どり作型では生育初期の吸収窒素のうち、土壌由来のものは16%と低く、その後増加して収穫期には74%に達しています。

また、7月29日播種の秋どり作型では土壌由来の窒素は生育初期から82%と高い割合を占め、その後、少し減少するものの、収穫期には80%に達しています。

これから、高温期に地力窒素の発現が多いことがわかります。

このように窒素の状況を考慮した場合、地力窒素の発現を考慮して施肥していく必要があります。標準的なレタスの施肥量は10a当たり窒素15kg、リン酸18kg、加里20kgとされていますが、これを基本としつつ低温期の作型は多肥に、高温期の作型は少肥にする必要があります。

レタスの吸収窒素の由来別割合



注) 差引法による (資料:長野県中信農試) 無マルチ、施肥窒素量 1.0kg/a、5品種の平均

<地力窒素の把握法>

地力窒素は地温等により変化するもので、正確に把握することは難しいことです。

地力窒素の診断法としては、作土を用いて30℃(最大容水量の60%の水分状態)で4週間培養して発現してくる無機態窒素量を測定する方法と積算地温から地力窒素の無機化量を推定する方法があります。これらの方法については一般の分析機関で対応しているところは少なく、現地で活用しにくい欠点があります。

地力窒素の発現は土壌中の有機物含量が大きく影響するので、大雑把ではあるが、多くの分析機関で行っている腐植含量や全窒素含量により推定することができます。

これにより、大まかな把握をし、作物の栽培する時期(高温期、低温期)を考慮するとともに、作物の生育状況などを見ながら施肥設計に生かしていくことが現場での現実的な対応と考えられます。

(1) 施肥した肥料の利用効率

施肥した肥料養分の利用率は、(目標とする収量を得るために必要な養分量－土壤等から供給される量)/施肥量によって求められます。

一般的には窒素 30%～40%、リン酸 10%、加里 40%～50%とされています。

特に、リン酸は土壤に吸着保持されやすい特徴があります。その保持され方は土壤中の鉄、アルミニウムと結合し作物に吸収、利用しにくい形となっています。

この力は火山灰土で強く、施用したリン酸のうち作物に吸収、利用される割合は5～10%に過ぎないといわれています。

主要露地野菜の施肥窒素利用率 (千葉県資料を改変)

作物	作型	施肥窒素利用率 (%)
食用とうもろこし	トンネル	31
キャベツ	春どり	(44)
	冬どり	(17)
ほうれんそう	春どり	44
	夏どり	30
	秋冬どり	14
レタス	トンネル冬どり	35
エシャレット	軟化ラッキョウ	12
しょうが	根ショウガ	30
こかぶ	春どり	48
	夏どり	29
	秋どり	16
	トンネル冬どり	13
ごぼう	春まき	28
さといも	マルチ早掘り	53
	マルチ普通掘り	39



(2) リン酸肥料の利用効率

リン酸を施肥した場合、リン酸は土壤中のアルミニウム、鉄等と結合し根から吸収されにくい形態になります。こうしたことから、リン酸の施肥効率が窒素、加里と比較してかなり低いのです。

リン酸は右表にみられるように、地温によって養分吸収がかなり左右され、窒素、加里と比較して低温ではさらに吸収されにくい特徴があります。

こうしたことから、温度の低い地域や温度の低い時期の作型ではリン酸を多めに施用します。

リン酸施用に対する反応は野菜の種類によってかなり異なります。リン酸の施用効果の高い野菜としてはタマネギなどがあり、低い野菜としてはダイコンなどがあります。

トマトの養分吸収に及ぼす地温の影響 (杉山)

地温	硝酸態窒素	リン酸	カリ	水
10℃	26.3mg	2.7mg	42.9mg	211ℓ
15℃	62.0mg	9.9mg	79.2mg	364ℓ
20℃	86.9mg	22.1mg	112.6mg	512ℓ

リン酸の施用効果の高い野菜と低い野菜

区分	主な野菜類
リン酸施用効果の高い野菜	タマネギ、キュウリ、レタス、インゲン豆、サラダ菜、ホウレンソウ等
リン酸施用効果の低い野菜	コマツナ、サントウサイ、サトイモ、サツマイモ、ダイコン、スイカ、タイサイ 等

(3) 有機肥料の施肥効率

有機肥料は一般に微生物に分解されて施肥効果が出てくるので無機肥料と比較して、効果の発現が遅い特徴があります。特に、作物生育に最も影響の大きい窒素については地温によって無機化率が異なり低温で低い。

また、有機質肥料の種類によって窒素の無機化のスピードが異なり、大豆油かすなどが早いです。有機質肥料を利用する場合、このような特性を把握して利用する必要があります。

圃場条件における有機態窒素の無機化率 (%)

	C/N比	1か月後	3か月後
大豆かす	5.91	73	88
菜種かす	6.77	57	77
魚かす	4.83	57	75
骨粉	4.23	72	85

(4) 効果的施肥法

肥料を施用する場合、肥料の施用位置等を変えることによって作物の生育をコントロールすることができるとともに、肥料費コストを低減したり、環境影響を軽減することができます。

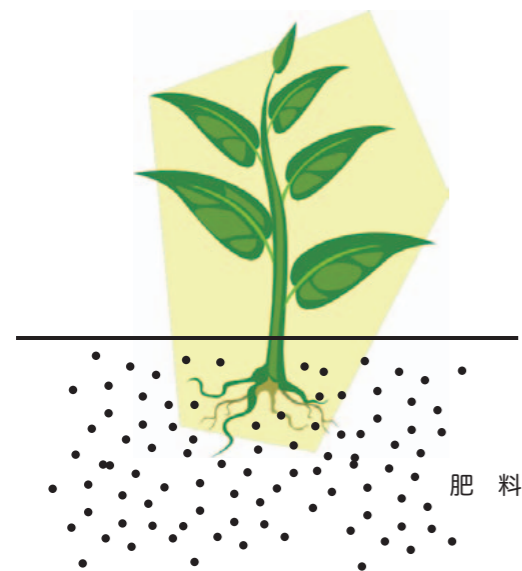
こうした点から、肥料施用方法は重要な問題であり、最近においては、肥料費コスト低減や環境影響の軽減の観点から重視されています。

現在行われている主な施肥法としては次のようなものがあります

全面施用	全面全層施用、表面施用、苗箱施用
局所施用	側条施用、畦内施用、作条施用、深層施用など (局所施肥の場合、施肥精度が問題となるので機械施肥が前提で、畑作物では施肥、耕耘、播種、覆土、鎮圧を同時作業で行うものもある。)

この中で主なものの概要は次のとおりである。

全面全層施用



水田、畑作で最も一般的に行われている方法です。圃場表面に肥料を散布しロータリー攪拌し全層に働き込む方法で作業効率が良い。水田では脱窒防止対策としての意味があります。

畦内施用



最近肥料費コスト低減や環境負荷低減の観点から重視されてきています。野菜作などで畦内の全層にのみに機械で施肥するものです。

参考資料

[写真]

- 機器メーカー (富士平工業)

[文献]

- 藤原俊一郎・安西徹郎・加藤哲郎：土壌診断の方法と活用 (農文協) (1996)
- 現場の土づくり・施肥 Q&A'96 改訂版：関東土壌肥料専技会・全農東京支所肥料農薬部 (1996)
- 吉田 滯：やさしい土の話 化学工業日報社 (2007)
- JA 肥料農薬部：だれにでもできる土壌診断の読み方と肥料計算 (2010)
- 農林水産省 各県作物別施肥基準 (本文中に掲載分は除く)



平成 23 年度

野菜の栽培特性に合わせた土づくりと施肥管理

企画・編集・発行：財団法人 日本土壌協会 会長理事 松本 聡
〒101-0051 東京都千代田区神田神保町 1-58
TEL: 03-3292-7281~3 FAX: 03-3219-1646
E-Mail: mail@japan-soil.net
URL: http://www.japan-soil.net

制作協力：株式会社 イメージボックス



この印刷物は、環境にやさしい 100%再生紙と生分解性に優れた大豆インクを使用しています。

宝くじは、
地方自治体の公共事業等に
幅広く使われています。

NEW!

ワクワク、
続々。



宝くじの収益金は、
病院や検診車、図書館や動物園、
災害に強い街づくり、
緑あふれる公園、美術館など、
皆様の暮らしに役立てられています。