

4．作物の栄養生理と養分吸収

(1) 普通作物

1) 水 稲

養分吸収

稲体を構成する無機成分には、窒素・リン酸・カリのほか、ケイ酸・石灰・苦土・硫黄があり、その他に鉄・マンガン等がわずかに含まれている。

水稻は、発芽して幼根が伸び出すとただちに養分吸収を始め、葉齢 2.5 ~ 3.0 葉期で胚乳中の窒素はほとんど消化され、その後は根からの吸収量が増す。生育が進むにつれて各成分の吸収量は増加し、窒素・リン酸・カリは、分けつや根の形成・伸長が盛んな生育中期に最大の吸収を示す。

ケイ酸とマンガンは、稲体が最大になる出穂の前頃に最も多く吸収され、窒素・リン酸・カリ・苦土など多くの無機成分は、大部分が出穂以前に吸収される。これは、出穂後に根の機能が低下するためと、土壤中の養分が吸いつくされるためである。

吸収した養分は、形態形成の素材に、また一部は生理的代謝に使われ、窒素やリン酸などは体内で再転流して繰返し利用される。これに対して石灰、ケイ酸、鉄などは体内であまり移動せず、生育に伴って、必要量を生育後期まで根から吸収し続ける。

養分の生理作用と施肥

ア 窒 素

窒素は、水稻の養分として最も重要で、生育や収量に大きな影響を与える。葉緑素の主成分であり、葉面積を大きくするとともに、光合成能力を増大させて、炭水化物の生成を多くする。しかし、過剰に施用すると過繁茂となり、受光態勢を劣化させるとともに、病虫害や風水害等に対しても弱くなり、かえって乾物生産を低下させるので注意する。

近年、米の食味が重要視されるようになり、玄米中のタンパク質含量の低減が求められている。窒素の施用はタンパク含量に影響を及ぼすため、最近では実肥の施用は回避されている。

イ リン酸

細胞核の成分に多く含まれ、細胞の分裂増殖に重要な役割をもち、生育の盛んな分けつ期に多く必要とされる。

デンプンやセルロースの合成にもなくてはならないものである。リン酸が不足すると、草丈が短かく、葉が細く、莖数が少なくなり、出穂成熟期がおくれ、吸収作用や光合成を低下させる。

ウ カ リ

タンパク質の合成に必要で、窒素が多いほど必要量も多くなる。水稻の一生のうちで窒素含量が最も高い最高分けつ期と幼穂形成初期に、カリ欠乏がおきやすい。

カリが欠乏すると、下葉に含まれる加里が上葉に転送されるので、下葉に赤褐色の斑点が発生したり、根の活力が衰えるため、中間追肥や穂肥等にかリを含んだ肥料を施用する。

エ 石 灰

ペクチンと結合して、細胞壁の中葉を構成する重要な役割をもつほか、細胞分裂、増殖を正常

に行うためにも必要とされる。

石灰は生育の初期から後期まで吸収され、いったん体内にはいると再移動しにくく、古い器官ほど含有量が多い。

オ ケイ酸

根から吸われたケイ酸は、葉に転流されて表皮細胞に蓄積され、茎葉中に 10 ~ 20 %含まれている。葉の表面はけい質化して硬くなり、いもち病菌やごま葉枯病菌の侵入を防ぐ役目をし、倒伏にも強くなる。

ケイ酸は、作土やかんがい水から多く供給されるが、生育が盛んな場合、稲体の吸収量も多くなるので補給が必要となる。玄米を 100kg生産するのに必要なけい酸は約20kgといわれており、10 a 当たり500kgの収量を上げるには10 a 当たり100kgのケイ酸が必要になる。本県では二毛作地域も多いことから、ケイ酸質肥料の施用は特に重要である。

カ 苦土

葉緑素の構成成分である。欠乏すると、葉が黄化し、タンパク合成とけい酸の吸収が少なくなると、ごま葉枯病やいもち病にかかりやすくなる。苦土の吸収は、カリによって抑制される。

2) 麦

養分吸収

麦は、生育期間が長く、初期には気温も低く生育が緩慢であり、養分吸収は行われるもののその量は少ない。生育の盛んとなる節間伸長期から養分吸収は急速に増大し、開花から乳熟期に最大となる。生育期別の養分要求量は、窒素では幼穂形成期から出穂期、リン酸は分けつ期、カリ、石灰及び硫黄は幼穂形成期、苦土は幼穂形成期から開花期に高い。

養分の欠乏状況は、窒素が減少するとケイ酸が増加し、石灰が減少すれば苦土が増加する。硫黄が減少すれば苦土も減少する。苦土欠乏によるケイ酸の著しい減少で、稈が弱くなり、倒伏性しやすくなるため、バランスのとれた施肥が必要である。

麦は畑作物であり、無肥料栽培の場合、水稻より減収率が高い。肥料を施用すると、その成分は土壤に吸着された後、作物によって、次第に吸収される。この中には窒素のように比較的速効性のものから、苦土・リン酸のように遅効性のものまでである。このため麦の養分要求時期に施用したのでは、気温が低く吸収速度が遅いため間にあわず、先に麦の根圏に近い所へ施用しておくことが大切である。一般的には播種時と分けつ期から幼穂形成期にかけて、基肥や追肥で施用する。

養分の生理作用と施肥

ア 窒素

麦の生育を左右する大きな要素であり、窒素が少いと茎葉が淡い色となり、多いと濃緑色となって麦体は軟弱徒長となる。

一般に、追肥は窒素を施用するが、その施用時期は小麦の場合茎立ち前までとされる。これは子実中のタンパク質含量を確保するためと粉色低下を回避するためである。二条大麦の場合、原則として追肥はしない。これは窒素が分解してデンプンになるまでの期間が短く、子実中にタンパク質が多く蓄積され、醸造上好ましくないためである。

追肥の効果は、有効茎数の確保、一穂着粒数の増加、稔実歩合の向上などである。追肥の施用量は、播種様式や麦の生育状況により異なるが、散播は条播に比べて20～30%増施するとともに、施肥むらが発生しないよう均一な施用を行う。

なお、水田等で稲わらをすき込んだほ場では、窒素飢餓防止のため基肥の窒素を10a当たり2～3kg増施するが、連続3年以上すき込んでいる場合には、窒素が有効化してくるので施肥量を減らすことが必要である。窒素施用量は播種様式により異なるが、10a当たり基肥として5～8kgである。

イ リン酸

リン酸は、細胞核の重要構成成分であり、麦は初期生育に要求し、また登熟時には子実タンパク質の構成に寄与する。リン酸は土壌中の作物根から出る根酸によって溶解され、作物に吸収される（水溶性りん酸として吸収の早いものもあるが）ため遅効的であり、早い時期（基肥）に施用しておくことが大切である。

リン酸の子実生産能力は高く、窒素・カリと比べて2倍近い。本県に多く分布する火山灰土壌（黒ボク土）では、施用したリン酸が土壌中の鉄、アルミニウムと結合し、リン酸鉄又はリン酸アルミニウムになって不活性化し、作物に吸収利用されにくくなるため、リン酸を有機物と併用したり、ある程度多量に施用して、可給態リン酸を富化しておくことが必要である。リン酸の施用量は、水田の場合、10a当たり9～13kg、火山灰土壌の畑では10a当たり10～15kgが標準である。

ウ カリ

麦の全生育期間中必要であり、炭水化物の合成、移動、蓄積に役立ち、蛋白質の分解にも関係する。加里は、アンモニアと同じように土壌に吸着されるため、基肥に全量施用してよい。しかし塩基保持力の弱い土壌（畑、火山灰土壌）では、溶脱するので分施が必要である。カリの施用量は、10a当たり9～11kgが標準である。

エ 石灰

カリと同様に、麦の全生育中期間必要であり、土壌の酸性矯正、同化物質の移動、タンパク質の合成に参与する。また、植物体内の有機酸を中和し、酵素と結合して細胞膜を強化し、根の発育を助長する。このため、適正なpH目標値（6.0～6.5）になるよう施用量を決定し、土壌改良を兼ねて播種前に施用する。石灰施用量は、苦土石灰で小麦10a当たり60～80kg、二条大麦10a当たり80～100kgが標準である。

3) 大豆

養分吸収

大豆は、根粒菌との共生によって空気中の窒素を吸収利用するが、他の養分については、一般の作物と同じように土壌中から吸収利用する。大豆の養分吸収量は、窒素が最も多く、次いでカリ、石灰、リン酸、苦土の順になる。特に、カリ及び石灰の吸収量は、イネ科作物よりもかなり多い。大豆はタンパク質の多い作物の一つで、子実中には約40%を含み、そのタンパク質を構成する窒素の約3分の2は、根粒菌によって固定されたものである。したがって、根粒菌の働きは、大豆の栽培上非常に重要である。

大豆の養分吸収は、窒素・リン酸・カリ・石灰・苦土ともに生育初期から開花期頃まで大差なく、継続的に吸収が行われるが、開花期頃から子実の肥大期にわたって急激に増加する。したがって、養分吸収は生育の全期間を通して行われるが、特に生育後期の吸収量が多いので、この点を考慮した土壌の環境づくりが大切である。また生育後期において、土壌の乾燥は大豆への水分の供給を絶つばかりでなく、養分吸収も抑制するので、十分な土壌水分の確保につとめることが大切であり、安定多収栽培技術の要点でもある。

養分の生理作用と施肥

ア 窒素

窒素吸収量の大半は、根粒菌によって固定されたもので、その利用は発芽後2週間頃から始まる。したがって、それまでの間の窒素は施肥によって補給する必要がある。一般に、窒素として10a当たり3kg程度が適量であるが、転換畑の初年目は、有機物の分解によって土壌の窒素が有効化してくる（乾土効果）ので、極端なやせ地を除いては20～30%減らし、作付年次が進むにしたがい窒素を増施することが必要である。また、平坦、中間地帯における晩播栽培では、栄養生長期が短いので、生育初期から高い肥効を期待しなければならないため、速効性窒素を30～40%程度増施することが大切である。

イ リン酸

大豆は、リン酸に敏感な作物で、リン酸吸収能力の大きい作物である。特に、生育初期のリン酸吸収は茎葉の増加に役立ち、開花期までのリン酸は子実の肥大に大きく影響するので、生育全期間にわたり十分吸収できるように心がける必要がある。リン酸の施用量は10a当たり8kg程度であるが、特に黒ボク土の畑土壌では50%程度増施する必要がある。

ウ カリ

一般に大豆のカリ吸収量は窒素に次いで多いが、根によるカリの吸収能力は弱いので、カリの少ない土壌ではカリ欠乏症の発生がよく見られる。また、苦土肥料などの過剰施用で土壌中の苦土含量の多い場合も、拮抗作用によるカリ欠乏の発生要因となるので、注意が必要である。カリの施用量は10a当たり8kg程度が適量である。

エ 土壌改良

大豆は、一般に土壌の酸性にはやや弱いとされており、他の作物と比べて石灰の吸収量が多い。石灰、苦土肥料施用による酸性の改良は、石灰、苦土成分の補給はもちろん、根粒菌の活動を旺盛にし、窒素の固定作用を助長させるので、土壌改良を常に心がけておく必要がある。施用量は、苦土石灰で10a当たり100kg程度であるが、土壌診断を行って、目標pH6.0～6.5相当の施用量とすることが必要である。

なお、転換畑においては、作付年数が経過するにしたがい土壌の酸性化が進むので、土壌診断により苦土・石灰などの補給に心がけることが大切である。しかし、苦土の多量施用はカリ欠乏の要因となるので、必要以上の施用はさげなければならない。

基肥や土壌改良資材などは、直接種子に触れると肥焼けを起すので、耕うん整地前に全面散布

する。

オ 有機物

有機物施用にあたっては、特に次の点に留意する必要がある。

(ア)大豆播種前の有機物施用は、タネバエの発生源となるので極力さける。

(イ)麦+大豆二毛作の場合には、裏作麦を重点に秋期施用する。野菜などの後作に作付する場合にも、前作重点に施用する。

(ウ)山間、高冷地帯で単作する場合には、少なくとも1か月前に施用するようにつとめる。

(エ)麦+大豆作において、麦稈をすき込む場合には、基肥の窒素成分を20～30%増施する必要がある。

(2)特用作物

1)コンニャク

養分吸収

コンニャクの生育中における養分吸収の経過をみると、開葉期以降球茎の肥大が盛んに行われる7月から9月にかけて多く吸収され、この時期の吸収量は、窒素で全吸収量の約60%、リン酸で40%、カリでは約90%となっている。これら三要素の吸収量を比較してみると、カリが最も多く、成熟期にはその76%が球茎と生子に移行する。ついで窒素がカリの約2分の1、リン酸は最も少なくカリの7分の1程度である。

三要素以外の石灰、苦土についてみると、石灰は球茎、葉とも生育初期から同じように吸収されるが、葉では生育終わり頃に急増する。苦土は生育初期から8月中旬までに多く吸収されている。また、微量元素については、亜鉛が生育期間を通じて平均的に吸収され、マンガンは生育初期の7月頃に多く、8月以降はあまり多くない。

適正施肥量

施肥の過不足は、減収や病害の発生を招くことが明らかであり、土壤の悪化にもつながるが、現状では施肥不足の畑より、むしろ過剰傾向の方が多し。施肥量が多すぎると濃度障害(肥やけ)が起り易いが、これは土壤くん蒸剤の連用や有機物の施用が少ない等の理由により、土壤中の腐植が消耗し、緩衝能が低下することによって助長される。また、一部地域では、堆きゅう肥などの多施用により、リン酸過剰となり鉄欠乏も発生し始めている。

生育期間中に低温・干ばつ・降雹などの気象災害が発生することがあるが、このような異常気象条件下では、特に地域の諸条件に合った適正施肥量で安定栽培をめざすことが大切である。

施肥法

コンニャクの養分吸収経過を踏まえて施肥の方法を考えるわけであるが、施肥時期や施肥量は、地域や栽培目的によって異なる。生育期間の短い地域では早期重点の施肥が行われなければならないが、生育期間の長い地域や砂壤土等の肥料養分の流亡が大きい畑では、吸肥特性にあった肥効調節型の肥料を選択する必要がある。また種いも畑では窒素の施用量が多くなると、収穫した種いもが貯蔵中に腐敗しやすくなったり、施肥時期が遅れると、特に生子は充実が悪くなり貯蔵性が低下することから、適期施肥に努める。

一般に早期施肥は、コンニャクの生育特性や球茎、生子の充実などから重要であるが、多量の肥料を早期に施すと、葉が軟弱になり、腐敗病や葉枯病が多発して減収するばかりでなく、球茎や生子の質を低下させることもあるので注意する。

ア 土づくり施肥

コンニャク土壌は各産地とも長年の連作によってリン酸過剰気味の環境にあり、たい肥施用にあたっては該当圃場の土壌診断と指標作物(野沢菜、トウモロコシ)により適正施用量を決定し、リン酸については改良資材と化成肥料からの供給を控える。また、緑肥作物輪作によって良質な有機物の補給を図るとともに、フレールモア利用による鋤込み技術を導入すれば、一層良質な有機物を大量に供給できる。

イ 全量基肥施肥

球茎や生子の健全な充実をはかるために、1年生や2年生の種いも養成畑で多く実施される。機械作業が容易にできるので、省力的な施肥法といえる。施肥量が多くなりすぎないように、また後期に肥切れしないように、肥効調節型の肥料を用いるなどの注意が必要である。また、北部地域を中心に、植え付け前に全量を植付け前に施用し、植付け後ただちに培土する方法(一挙培土)が多く行われているが、この場合も施肥量が多すぎないように注意しなければならない。

ウ 基肥+追肥施肥

最も一般的に行われている施肥法で、培土期に全施肥量の70～80%を畦上に施用し、20～30%を7～8月に追肥として施用する。この場合、生育期間の長短や畑の条件などによって、基肥・追肥の配分を決めるようにする。

3) タラノキ

生育特性

タラノキは、5月中旬～9月下旬までに急速に生長し、ほぼ5日間で1葉を展開し続け、1年木で25～30葉、2年木で30～40葉となる。5月～8月までは葉の乾物重が最も高い特性から、各葉への養分補給が継続的に行われる必要がある。

適正施肥量及び施肥法

窒素の過剰施用によって立枯疫病を誘発する場合もあり、成分量で15kg/10aを超える施用は避ける。また、種根植付け前の施肥については、窒素過多では発芽不良等が発生しやすいため、窒素成分量は10a当たり3kg以内とし、6月に10a当たり5～7kgを追肥後、断根しないよう培土・土寄せし、肥料の流亡を防止する。

2年木については、初期生育が早くから始まるが、やはり多肥による過繁茂によって倒伏しやすくなることから、窒素成分量で10a当たり10～12kgまでとする。2年木の場合、根域が全面に広がっているため、管理機等による土壌管理は根を傷め、立枯疫病が発生しやすくなることから避ける。

リン酸が欠乏した場合、穂木の充実が不良となり、促成栽培時に駒木が乾燥しやすく、促成芽の生育が著しく悪くなる。

(3) 野菜

1) 栄養生理と施肥

野菜は、品目、作型、栽培様式が多様であり、養分吸収量も著しい差異がある。同一品目でも収穫量に大きな幅があるため、土壌分析結果に基づいて、それぞれの品目に合った適正施肥を行い、健全な生育をはかるとともに環境保全に配慮する必要がある。したがって、野菜栽培を行う上でたい肥を投入し、土壌の養分保持力を高めることは極めて重要である。また農耕地では、一般に毎年10a当たり150kgの腐植が失われ、たい肥の1/10が腐植となることから、年間1,500kg以上のたい肥を投入しなければ腐植含量を維持することはできない。しかし、現状の野菜畑土壌の実態は、施設土壌の塩類集積や露地野菜畑土壌の一部でも養分過剰傾向が見られるため、たい肥の成分含有率や肥効率を考慮し、適正量の投入に心掛けなければならない。特に成分含有率の高い鶏ふんを原料としたたい肥や、油かす、魚かすなどを投入する場合は十分注意する。

野菜の養分吸収量は、一般にカリ > 窒素 > 石灰 > リン酸 > 苦土で、石灰の要求度が高い特徴がある。リン酸を除く各成分の吸収量は、各要素ともおよそ果菜 = 葉菜（結球物）> 根菜 > 葉菜（葉物）である。またカリ、石灰、苦土の吸収割合は、果菜 > 根菜 > 葉菜（結球物）> 葉菜（葉物）となっている。野菜の栽培では、石灰、苦土、微量元素の欠乏症が出やすいが、施肥に当っては、三要素のほかにこれらの養分についても十分配慮する必要がある。これらの欠乏症は、土壌中の絶対量が不足する場合に発生するが、最近ではむしろ、養分富化条件で塩基のアンバランスが生じ、カリ・アンモニア・石灰などと拮抗したり、pHが極端に偏って発生する場合も多い。

施肥量も普通作物と比べて多く、果菜 葉菜 > 根菜で、果菜類のうちキュウリ、ナスは10a当たり30kgを超える。また、養分吸収量に対する施肥量の割合は、窒素が1.5倍である。リン酸は6.7倍で、カリは1.0倍になる。野菜は、このように施肥量、養分吸収量が多いため、体内養分濃度もかなり高いが、作物には一定の限界濃度と養分組成があるので、過剰施肥は濃度障害の原因となるほか、養分の不均衡による障害が多くなることに注目する必要がある。

一般に野菜は、窒素の利用形態として硝酸態を好む。アンモニア態の割合が高まると、キュウリ・トマト・ハクサイ・キャベツ等では前半に生育が著しく阻害され、また石灰の吸収、移行を抑制して欠乏症発生の一因となる。従って、施肥量のみでなく使用する窒素の形態にも十分な配慮を要する。しかし、家畜ふん尿・有機質肥料・化成肥料の大部分は、微生物分解によりアンモニア態を経て硝酸態に変わるものが多いので、肥料の特性・地温・土壌水分を考慮して施用時期を決定することが大切である。

果菜類の施肥

栄養生長と生殖生長が併行して行われるため、養分の過不足とバランスには特に注意を払う必要がある。また、果実生産に多量の水分を必要とするので、かん水を適正に行う必要があり、排水不良地では、透水性改善による根の活力保持がきわめて重要である。

キュウリの養分吸収量はカリ > 窒素 > 石灰 > 苦土 > リン酸であるが、果実の収穫が頻繁に行われるため、養水分も収穫期全般に供給される必要があり、後期のカリ欠乏に注意する。

トマトは石灰、苦土、ホウ素欠乏を生じやすいので、普通肥料のほかにこれらの補給が重要である。

ナスは吸肥力が強く、少肥では収量が著しく減少するが、窒素多施用は過繁茂となるので、分施を重点とする。収穫盛期から苦土欠乏を生じやすく、カリ多施用でこれが助長される。また、リン

酸の多施用は品質低下を招くので注意が必要である。

スイカは吸肥力が強いので、肥料に敏感に反応する。特に多肥による栄養生長過多は、着果不良の原因となるので、有機質や緩効性肥料を主体とした適正施肥を行う。

イチゴは、充実した苗づくりのためにリン酸、カリの重要性が高い。本圃では基肥重点となるため、濃度障害に弱いことを考慮し、施肥方法ならびにかん水管理に留意する。

葉茎菜類の施肥

ア 結球野菜

ハクサイ・キャベツは、吸収した三要素の 80 %が外葉に貯蔵され、これが結球部に移行するが、石灰は移動性が小さいため、不足すると心腐れを起す場合がある。また、ハクサイはホウ素欠乏を生じやすいので、たいとホウ素の施用が必要であるが、ホウ素は適量幅が狭く過剰害が出やすいので注意する。

キャベツは、結球期に加里の要求量が多く欠乏を起しやすいが、過剰施用は苦土欠乏の原因となるので十分注意する必要がある。

レタスは、品種による窒素要求量の差が大きく、pH 矯正とリン酸多施用の効果が大きい。

イ 葉物野菜

生育が早く短期間の養分吸収が必要であるため、根圏環境の改良(通気、透水、酸性改良など)が基本であり、窒素とカリの重要度が高い。

根菜類

利用部分が土壤中で伸長肥大するため、収量、品質は土壌の性質に支配されるところが大きい。耕盤破碎、心土耕などによって、ち密度、透水性の改善が基本である。生育が早いので発芽後数週間の栄養が重要で、特に窒素は収量に大きく影響するが、過剰施用すると茎葉が繁茂して根の肥大が劣る。

ダイコンは、石灰、苦土、ホウ素欠乏を起しやすく、ニンジンの赤色は三要素の過不足と苦土、石灰過剰で低下するので、施肥量とバランスに注意する。

2) 露地栽培土壌の特徴

年間降水量の多い日本の気象条件は、本来畑土壌中の塩基の溶脱を促進するため酸性化しやすいが、野菜畑は施肥量が多く、塩基の吸収も多いため酸性化の度合いが著しい。特に連作畑では作土下の酸性化が目立ち、塩基・ホウ素欠乏が発生しやすく、化学肥料依存の施肥体系は一層これを助長している。また、野菜類は酸性に弱いものも多く、ホウレンウはその代表的な作物として知られ、pH 6.5 ~ 7.0 がよいとされている。その他の野菜も、およそ pH 5.5 ~ 7.0 の範囲が適性と考えられている。

酸性土壌は、陽イオン交換容量、交換性石灰、交換性苦土の減少、活性アルミニウムの増加、リン酸固定、マンガン過剰などのほか、微生物相の悪化など作物に対して直接・間接に悪影響を及ぼし、収量・品質の低下を招くことになるので、石灰・苦土資材で 反応矯正を行う必要がある。土壌の種類によって緩衝能・陽イオン交換容量が異なり、砂質土壌及び浮石質土壌などでは過剰施用すると微量要素欠乏の原因となるので、土壌 診断を行い適正施用量を求める必要がある。野菜畑は、カリの施用量が多いため、土壌 中残存量が全般に多く、石灰、苦土とのバランスがくずれてこれらの欠乏症発生要因となる。黒ボク土野菜畑の塩基組成は、Ca 55 ~ 60 % : Mg 16 % : K 6 %、当量

比でCa/Mg 3.5 ~ 4.0、Ca/K 10、Mg/K 2.5となる。黒ボク土ではリン酸多施用の効果が高いが、最近一部の野菜産地では可給態リン酸含量の高いものがあり、経済性も含めて再考を要する段階に来ている。

機械化の普及による作土の浅耕化と土壌構造の単粒化、下層土のち密度増大、通気性・透水性の低下は、野菜作の生育不良原因となっているので、有機物、塩基補給と併せた深耕が重要である。水田転換畑についても、排水性と下層土改良が良品安定生産上の基本的要件である。

3) 施設栽培土壌の特徴

施設では、雨水が遮断され土壌水分は下から上に移動するため、残存養分・副成分が表層根圏に集積する。永年固定ハウスでは、塩類濃度障害及びこれに起因するアンモニア・亜硝酸の過剰害、ガス障害、石灰・ほう素の吸収阻害などを誘発して、不作の原因となる。

同一品目が永年連作される結果、養分吸収が偏在して体内養分のバランスがくずれ、特定養分の欠乏を起す危険性が大きい。特に低温期を経過する作型では、根の活力と微生物活性が低下し、硝酸態窒素・カリ・リン酸の吸収と有機物、窒素肥料の分解を阻害して、作物に障害を与えるので、地温上昇を図り、根の活力と微生物活性を高めることが最も重要である。

施設では塩類集積防止が基本となるので、露地よりも細心の施肥が必要である。特に、塩類の主体となる硝酸塩を生成する窒素肥料の多施用をさげ、土壌診断で残存量を求めて次作の施用量を決める必要がある。塩化物も可溶性塩類を生成するので、これを副成分とする肥料は避けるのが安全である。

また、尿素、生鶏ふんはガス障害を生じやすいので、使用しないよう留意する。これら塩類濃度障害やガス障害の事例は、近年著しく減少しているが、現状は塩基・リン酸の集積富化による過剰障害・土壌のアルカリ化が懸念される段階にあり、思い切った減肥が必要である。

物理性・微生物性の改善上・有機物の施用は不可欠であるが、未熟物の多量施用は窒素飢餓、有害物質の生成、土壌病原菌の増殖を招くおそれがあるので、十分腐熟したものを施用することが大切である。

(4) 果 樹

1) 栄養生理と施肥

果樹は、定植されると同一場所で長年にわたり生育しつづけるので、植付け時からの土壌管理や施肥等の適否が、その後の生育・生産力・果実品質・樹齢の長短に影響する。したがって新植に当たっては、果樹の種類によって適正な大きさや深さの植穴を掘り、完熟たい肥の施用・土壌 pH の矯正・リン酸の補給を行い、根群の拡大と活力を高めることが重要である。

幼木期の生育には窒素が最も重要であるが、過剰な窒素施用は徒長的な生育となり、胴枯病・腐乱病などの主幹病害や耐寒性の低下から凍害の発生を助長するため、樹齢・樹勢・着果量に応じた施肥量を守る必要がある。リン酸・カリの要求度は比較的小さいが、新梢伸長期に吸収が多く、また、この時期には苦土の要求度が高いので、それぞれが不足しないよう施肥管理を行う。

結果樹齢に入ると、栄養生長と生殖生長が併行的に樹体内で営まれる。この時期は炭素と窒素のバランス(C/N比)が重要であるが、樹冠拡大や樹勢維持を考慮するとやや窒素比率の高い状態維持するのがのぞましい。しかし、窒素の過剰施用は徒長枝の多発や新梢停止期を遅らせ、花芽形成が抑制されるので避けるとともに、リン酸・カリ肥料を併用し、葉への日当たりを良くする。

苦土やほう素欠乏は早期落葉の原因となり、花芽形成を不良にする。果実の肥大期には、多量の力

リが果実に移行し、葉中濃度が低下するのでカリを補給するが、苦土の吸収阻害を生じないように多施用を避ける必要がある。石灰とホウ素の欠乏は果実に現われやすく、品質低下の要因となるので補給する必要がある。石灰の過剰施用は鉄・マンガンの欠乏、マンガンの過剰施用は著しい生育障害を生ずるので、施肥量に十分留意する。

結果量が多いと、樹体が衰弱し紋羽病を誘発する。この場合はやや強せん定を行い、摘らい・摘果によって適正着果量を守ることと併せて、深耕や追肥など適正な施肥と土壌管理をすることにより、樹勢維持と安定生産を図ることが大切である。

2) 主要果樹の施肥

リンゴ

三要素の欠乏は、通常の栽培では発生しない。むしろ、窒素過剰が花芽の着生不良、果実の着色不良、果実の貯蔵性低下をきたし、石灰欠乏に起因するビタ - ピットなどの生理障害を誘発させる場合が多い。リンゴは、難溶性リン酸を吸収・利用しやすいとされ、リン酸の施用効果は現われにくい。しかし、黒ボク土での新植時に、石灰・苦土の補給を含めてようりんを施用すると、生育促進効果が大きい。カリを多施用すると石灰・苦土の吸収を阻害し、果実や葉に障害を発生させる。

三要素のほか石灰・苦土・ホウ素も重要な要素であり、不足しないよう注意する。マンガンの過剰吸収は粗皮症発生の一因と考えられ、強酸性園に多いので、酸性改良によるマンガンの溶出防止が必要である。

リンゴでは、普通栽培・わい化栽培とも 11 月の施肥を重点とし、9 月の果実肥大期に少量の窒素を施用するのがよい。わい化樹は根が浅く弱いので、化学肥料の多施用は避ける。

ナシ

枝・葉・果実などの新生成組織形成には、樹体の貯蔵養分と窒素のはたす役割が大きい。貯蔵養分の蓄積は、収穫後の礼肥と基肥で高まるので、礼肥として窒素とカリの効果が大きい。

追肥の施用時期は 5 月上旬～下旬を目安とし、樹勢・着果量に応じて施用するが、窒素の多施用は、新梢停止期の遅れ、二次伸長・熟期の遅れ・品質低下・黒斑病の発生助長などをもたらすので十分注意する。

リン酸は比較的要求量が少なく追肥の必要はないが、土壌中の移動性が小さいので、深耕による下層への施用が必要である。苦土欠乏は果実肥大期の新梢下葉に発生し、早期落葉の原因となるので苦土肥料を補給する。またカリと拮抗するので、カリの過剰施用を避ける。

ウメ

生育が旺盛で結果樹齢に達するのが早く、また、開花から収穫までの期間も約 70～90 日程度と短い。発芽期・新梢伸長期及び果実肥大期に窒素の吸収が多い。カリは果実肥大期に盛んに吸収される。基肥は 10 月下旬～11 月上旬に施用する。礼肥は収穫後の 7 月、9 月に窒素とカリを施用する。着果が多い場合に 5 月に玉肥として窒素、カリを少量施用するが、過剰施肥は生理落果を助長するので十分に注意する。酸性土壌園・弱樹勢樹では、果実成熟にともない一部で陥没症果やヤニ果の発生がみられる。これらの園ではたい肥など有機質を施用するとともに酸性改良と塩基補給のための苦土石灰資材やホウ酸入り改良資材またはホウ砂を施用することが重要である。

モモ

窒素とカリの過不足に敏感で、窒素が多過ぎると枝の徒長や生理的落果を生じ、少ないと枝の伸長不良・早期落葉を生じる。カリ不足は生理的落果や品質低下を招き、カリの過剰施用は石灰・苦土の吸収を阻害する。したがって、窒素とカリ成分の均衡が重要である。基肥施用時期は、新根の活動が早いので 11 月上旬とし、有機質肥料と化成肥料を併用する。礼肥は収穫後の樹勢回復・花芽の充実・貯蔵養分の蓄積増加のため 8～9 月に速効性窒素を施用する。

ブドウ

窒素の多少が、収量、品質に大きく影響する。一般に窒素の多施用は枝の徒長・ねむり症・花ぶるいを起こしやすく、着色不良・糖度不足などの品質低下や病害の誘発が多くなる。リン酸は他の果樹よりも多く必要とし、特に黒ボク土では幼木期の生育促進・枝の充実・花芽着生のため重要である。

カリは果実肥大期に吸収が多いので、窒素と均衡した施用が必要であるが、過剰施用は苦土欠乏を生じやすい。ほう素欠乏はエビ症が発生し結実不良を起こすので補給しなければならないが、過剰害がでやすい要素なので施用量には十分注意する。施肥時期は一般に 10 月下旬～11 月初旬とし、基肥を重点とする。

休眠期からほう芽期にかけては、貯蔵養分の移行と消費に結果母枝の貯蔵養分が使われ、ほう芽期から新梢伸長期にかけては、根の貯蔵養分に依存していると考えられている。果実肥大期は新梢伸長の盛んな時期で、窒素が最も多く吸収され、葉、結果枝、果房などの新生成組織に使われる。したがって、この時期の窒素吸収量が果実品質に影響してくる。果実の収穫が終ると、今まで果実などに移行していた養分が、新梢・枝・根など樹体の充実と貯蔵養分の蓄積に使われ、同化養分の多少は、翌年の花芽の発達・発育、初期生育を左右する。

追肥は、土壌や生育状況に応じ、窒素の肥効発現を勘案して行う。特に巨峰の有核栽培では花ぶるい防止のため窒素は減肥して、カリを主体に施用する。

3) 果樹園の土壌管理

近年、果樹園の土壌は、スピ・ドスプレイヤ・やトラクタ・などの重量作業機の走行や、管理作業者の踏圧によって表層直下部の硬度が増し、透水性・通気性が不良となり、根の生育伸長が阻害され生産力が低下している園が多くなっている。また、一部の園では連年の施肥により土壌表層は塩基やリン酸が過剰蓄積し、下層土では逆に塩基・リン酸の欠乏もみられる。

このため、果樹の根域全体の土壌物理性、化学性の改善のため、トレンチャ・・バックホ・・ホルディガ・などによる深耕が必要である。深耕位置は主幹から 1.5m～2.0m 以上離し、埋め戻したときは掘り上げた土壌量に応じてたい肥・石灰・リン酸資材を混合しながら埋め戻す。この際紋羽病の発生を防ぐため、未熟な有機物の施用は避け、完熟したたい肥を用いる。深耕は年次ごとに位置をずらし、数年で樹(園)を 1 周するよう計画的に実施する。

果樹園の土壌管理には、草生法・清耕法・マルチ法がある。近年、環境保全に対する意識の高まりから、草生栽培が多くなっている。草生栽培の利点は、土壌透水性の拡大、有機物の補給、土壌の団粒化の促進、土壌侵食・流亡の防止、肥料成分の溶脱抑制、土壌温度の調節等がある。特に西・北毛地域を中心とする傾斜地果樹園での降雨による土壌流失や中・東毛地域果樹園での冬期の季節風による表土飛散は大きな損失であるばかりでなく、環境の汚染にもつながるため、積極的に草生栽培に切り替えて行くことが重要である。

草生栽培には雑草草生と牧草などによる草生栽培があるが、雑草草生は牧草草生に比べ生育が不均一で管理しにくく、地力や肥効がムラとなりやすく、また、草量が少ないなど問題点があり、一般的には牧草などによる草生栽培が望ましい。

最近では、夏期の自然倒伏を利用して夏期の草刈の省力化をはかるため従来の牧草に加えてナギナタガヤやフェアリ・ベッチの利用も多くなっている。草生法の問題点には樹と草との養分・水分競合、病害虫の発生、刈り取りの労力などがある。このため果樹の種類、樹齢、園地の土壌条件等を考えて草種を選択するとともに、樹齢樹冠下を清耕またはマルチとする部分草生法や春先の新梢生育期のこまめな草刈り・追肥などが重要である。

(5) 花き

花きは種類が多く、それぞれの特性も異なったものが多い。また品種・作型・栽培様式が多種多様であるため、施肥法・施肥量もそれぞれ異なる。しかし、施肥管理における基本的な考え方として、作物の全生育期間を通して作物が必要とする養分を必要な時期に供給し、効率的に養分吸収させることが重要である。また、肥料成分は水に溶けたイオンの形ではじめて作物に供給されるため、土壌診断は土壌溶液を分析して適正值を求めるべきであるが、現状では土壌(風乾土)を分析し、根に供給される養分を間接的に求めることが多い。そのため、土壌(陽イオン交換容量)によって塩類の吸着保持能が異なるため、施肥量も一律でないことを認識する必要がある。作物の施肥基準では、本県の主要産地における平均的な施肥量を記しているが、施肥にあたっては、それぞれの土壌条件等を踏まえた施肥管理が必要である。

1) 切花類の養分吸収特性と施肥

切花に用いられているものは、種類も多く、施肥量についてもカーネーション・バラのように多肥栽培のものから、コスモス・ケイトウなどのように極めて少肥栽培のものまである。そのため、種類・生育ステージ別の養分吸収特性に応じた施肥管理が重要であり、種類別の養分吸収パターンを把握する必要がある。

バラ・ガーベラなど(連続採花型)

定植後摘心をくり返し行って、花を咲かせずに株養成をする期間以外は、長期間にわたって年6~7回の採花をくり返すタイプで、コンスタントに養分を吸収するのが特徴である。生育好適濃度を維持するように、定期的に追肥を行っていく。

バラは一般に多肥栽培の傾向が強く、施設栽培では養分流亡も少ないので、養分過剰害や塩類集積が問題となる。特に、改植時大量に施用しているたいきゅう肥(主に牛ふん原料)は塩類・リン酸集積の原因になっているため、適正施用に努める。また施肥量は、前述のとおり陽イオン交換容量(CEC)の違いによって好適レベルが異なるため、ほ場別の陽イオン交換容量を把握しておく必要がある。土壌養分の好適範囲として、pH 5.5 ~ 6.5、EC 0.3 ~ 0.6mS / cm、可給態リン酸 20 ~ 100mg / 100g、石灰飽和度 48 %、苦土飽和度 17 %、加里飽和度 6 %を目安とする。

キク(二度切り)・カーネーションなど(複数採花サイクル型)

採花を2回以上くり返し、二山型の養分吸収パターンをくり返すのが特徴である。

キクの二度切り栽培は、栽培期間が9カ月と長く、特に第1回切花後の芽立ちをよくする必要があるので、土壌・施肥管理が重要となる。養分吸収のピークが2回現れることから、この吸収

パターンに合う施肥法としては、緩効性肥料＋有機ペレット肥料、緩効性肥料＋液肥、液肥主体の施肥方式が適する。有機ペレット肥料の置肥は、低温期に効果がやや遅れてくるので注意する。

秋ギク・ストック・アスターなど（短期山型）

3～4カ月の栽培期間に、一山型の養分吸収パターンを示す。

秋ギクにおける窒素吸収量は、定植から発蕾まではほぼ直線的に増加し、それから開花期にかけてやや低下する。したがって、草丈を大きくし、ボリューム充分な切花を得るためには、定植から発蕾期にかけて窒素供給量を増やし、発蕾期以後は窒素供給量を下げて窒素の吸収を制限すればよい。生育後期に窒素を施用すると、花の日持ちが低下するうえに、白さび病などの病害も発生しやすくなり、高温期には花腐れが発生しやすくなる。

ストックの養分吸収パターンは、生育初期の吸収量は少ないが、発蕾時から窒素・カリ・石灰の吸収量が多くなり、開花時からの窒素吸収は減少する。また、窒素より石灰の吸収量が多いこと、生育後半にカリの吸収量が多いことが特徴的である。

トルコギキョウ・スターチスなど（尻上がり型）

生育初期の養分吸収は少なく、中期から後期にかけて尻上がりに吸収が増加するタイプで、初期の肥効は少なくてもよく、後半に充分な肥効が発現できる施肥方式が向いている。この吸収パターンに合う施肥方式としては、緩効性肥料＋有機質肥料、緩効性肥料＋液肥、液肥主体が適する。

トルコギキョウは、特に生育初期の濃度障害に弱いため、この時期の肥料濃度を低く維持することがポイントである。

球根切花

花を咲かせる程度の栄養は球根が保持しているので、土壌から吸収する養分はほとんど利用されていないといわれてきたが、品目によっては必要養分のいくつかを土壌からの養分に依存するものがあることがわかってきた。

チューリップの養分吸収特性は、萌芽前の発根期にも窒素とリン酸を多く吸収している。萌芽後、窒素・リン酸・カリの吸収量を急激に増し、開花時に最大となる。開花後の球根肥大期にも吸収が行われ、この時期吸水が少ないと球根肥大が著しく劣る。カルシウム・マグネシウムの吸収量は、萌芽後、緩やかに増加し、開花後漸減する。

テッポウユリの養分吸収特性を見ると、カリがきわめて多く吸収されている。また、リン酸を除く各養分とも花芽分化期にかけて急激に増加した後、生育中期に一度減少するが、発蕾期にかけて再び増加し窒素を除き開花期に最大となる。生育初期に養分吸収のピークがあることから、基肥主体の施肥管理が取られている。

フリージアでは、カリ・窒素の吸収量が多く、リン酸が少ない。窒素・カリは生育に比例して吸収されるが、窒素は定植後生育初期に吸収量がきわめて多く、その後定植6～8週目に大きく減少するが、その後再び増加と減少を繰り返すという特異的な吸収経過を示す。

枝物類

土壌の肥沃度や気象条件、標高差、夏季の気候による差が大きい。平坦地域の肥沃な条件では標準より2割程度減肥し、逆に高標高地域のやせ地では2～3割増施する。

隔年から2～3年に1回の切枝では、花芽の安定的な着生を図るため、切取り年に窒素を減じ、

リン酸とカリを増施する。

施肥時期は、基肥を2～3月に施用し、追肥は5～6月までとし、8月以降の施肥は避ける。特に、ハナウメ・ハナモモ・ユキヤナギなどの遅伸びは切枝品質を落とすので注意する。

2) 鉢物類における施肥

鉢物類は限られた用土で栽培され、かん水による流亡も多く、施肥成分には敏感である。肥培管理の原則は、多すぎず、少なすぎず、変動を小さくがポイントである。吸収パターンや吸収特性に対応して行うことが重要である。

また、かん水方法の違いによって肥培管理も大きく異なってくる。上面給水ではかん水により大量の肥料成分が流亡するので、基肥に緩効性肥料が使用され、追肥を置肥や液肥で施用する。用土からの溶脱は赤土よりもピートモスが多いため、pH調整済みのピートモスを主体とした市販用土の場合は、肥培管理を続けるうちにpHが大きく低下するので注意する必要がある。鉢内用土の養分分布も偏在がある。底面給水では上層に硝酸態窒素・マグネシウム・カルシウムが集積し、ECも上層ほど高くなり、下層ほどカリの蓄積が大きい。手灌水ではそれほどの偏在は見られない。

底面給水におけるマット給水は鉢内水分の変化が上面給水の場合とほぼ同じであるため、施肥の考え方も異なるところはほとんどないが、ひも給水は溶脱がないため施肥量を控えるなどの調整が必要である。シクラメンでは、汁液(樹液)診断に基づいた施肥管理をすることで良品の鉢物生産が可能である。(栄養診断の項参照)

鉢物花きの施肥量は、鉢用土の種類・生育期間・鉢の大きさ・品種などによって異なるが、上面水における概ねの目安は表-1のとおりである。

表-1 鉢花類の施肥適量(5号プラ鉢、鉢用土1.1L)

鉢花種類	施肥成分 (mg / 鉢)			備考
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
コリウス	650	300	500	1株植え、3株植えは、この2倍量施用
ペチュニア	450	300	600	
球根ベコニア	600	300	600	
ポインセチア	700	500	700	
エラチオールベコニア	900	500	800	
ポットマム	1500	1000	1300	5株植え
わい性カーネーション	1000	1000	1200	径10.5cmプラ鉢 用土0.5L
シクラメン	500	600	600	
セントポーリア	300	250	250	
アビス	1300	300	2300	
ベゴニア・ピーターソン	240	230	390	
カランコエ	250	230	250	
ガーベラ	250	230	250	

(千葉農試：青木、1991)

注 1) おがくず5割配合用土は窒素を30%増施すること。

2) 腐葉およびピートモスの5割配合用土は窒素を20%増施すること。

3) 球根養成における施肥

グラジオラス

施肥要素として窒素の効果が顕著で、リン酸を加えると効果が高まる。また、窒素過多になると奇形になったり根の発達を悪くし、生子の着生も減少する。カリの効果は明らかでないが、過多になると窒素の吸収が減る傾向を示すので留意する。球茎の三要素含有率は、窒素 1.82 ~ 1.99 %、りん酸 0.22 ~ 0.31 %、加里 0.49 ~ 0.57 %である。

球茎の肥大、充実は開花から 1 ~ 2 カ月後であるから、生育状況により追肥が必要である。しかし、施肥時期が遅いと遅効きになるので注意する。

スイセン

窒素肥料の多少と球根腐敗の関係が大きく、たい肥など有機物を多く施用すると、球根は肥大するが腐敗球を増す。したがって、有機質肥料は前作に十分施用しておくといよい。化学肥料主体で、黒ボク土では全量基肥とし、沖積土ではリン酸を全量基肥、窒素と加里の 20 %を 3 月に追肥する。有機物の多い土壌では、ネダニの発生も多くなるので注意する。

(6) 飼料作物及び草地

1) 栄養生理と施肥

茎葉利用を中心とする飼料作物生産は土壌からの養分収奪が多く、これに見合った施肥が必要である。適正な施用により生産量が高まるのみでなく、一般に飼料価値が向上し、栄養収量は増大する。

窒素は吸収される養分のうち最も多い要素であり、炭水化物と結合してタンパク質となり茎葉の構成成分として成長量を増大させる。したがって十分な供給は増収効果が期待される。

リン酸の吸収量は窒素ほど多くはないが、植物体の茎葉でつくられた炭水化物の移動や生理作用に重要な役割を果たしているため不足しないようにする。

カリは窒素と同程度に吸収され、窒素とともに巾広い働きをするため十分供給する必要がある。また、石灰は飼料作物の生育に必要な成分であるとともに土壌に影響を与え、適正に施用されれば土壌を中性付近に保ち、土壌のリン酸の肥効を高く保持する。このことから苦土の補給も兼ねて苦土石灰などの施用に心がける。

過剰な施肥は、特定成分の過剰蓄積や必須養分の吸収抑制を生じるので注意が必要である。窒素成分の多用は植物体の硝酸態窒素の蓄積を招き、これを多量に摂取した牛は、硝酸中毒を引き起こす事が報告されている。カリの過剰施用は石灰や苦土の吸収を抑制する。また、炭カル等の過剰施用は土壌_{pH}の上昇を招き、土壌中のマンガン・鉄・銅・亜鉛・ホウ素等の微量元素を不溶化させるため、これらの微量元素欠乏を生じる可能性がある。したがって植物体の成分を適正に維持するためにはバランスのとれた施肥が重要である。

なお、施肥にあたっては土壌分析を行い、通常の施肥量でよいか確認して施用することが基本となっている。

2) 主要な飼料作物の施肥

飼料用トウモロコシ

飼料トウモロコシは肥料要求量の多い作物であり、十分な施肥と適期施肥が必要である。収量に影響する肥料要素として一番大きいのは窒素であり、次いでリン、カリの順と報告されている。

追肥を行う場合は窒素を基肥として 2 / 3、追肥として 1 / 3 を 4 ~ 7 葉期に施用する。なお、基肥全量施用すると作業の省力化の点で有利とされている。

エンバク

エンバクは酸性土壌には強いが、品質を高めるために石灰資材を施用する。年内利用のものは生育期間が比較的短いため、肥料は速効性のものを使用し、追肥は原則として必要ない。

イタリアンライグラス

イタリアンライグラスは窒素とカリに対する反応が大きい、特に窒素の施用効果が高い窒素の増肥は飼料中の粗タンパク質含量を高くするが、牧草への硝酸態窒素の集積をきたすことが往々にある。窒素 10a 当たり 8kg 程度を基肥として、刈り取り回数に応じて適宜追肥すると良い。

草地（採草地）

草地における収量段階別の標準的な年間施肥量の概略を示すと表 - 2 のとおりである。

表 - 2 混播草地の年間標準施肥量

土壌	目標収量 (生草) (t/10a)	混播草地 (kg/10a)			イネ科優先草地 (kg/10a)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
黒ボク土	4 ~ 5	10	8	10	15	8	12
	5 ~ 6	12	10	12	20	10	15
	6 ~ 7	15	12	15	25	12	18
	7 ~ 8	20	15	20	30	15	22
褐色森林土	4 ~ 5	8	6	8	12	6	10
	5 ~ 6	10	8	10	15	8	12
	6 ~ 7	12	10	12	20	10	15
	7 ~ 8	15	12	15	25	12	20

草地管理指標（平成 8 年 3 月：農水省畜産局）

注 1) 火山灰の影響のある褐色森林土ではリン酸施肥量は黒ボク土並とする。

注 2) 単年草種は、土壌の天然養分供給量と作物の養分吸収量を勘案して適正施肥を行う。

窒素の施用はイネ科で大きく、マメ科で小さい。適正な施用は草地維持にも必要であるが、過剰な施用は草地荒廃化の要因ともなる。また、リン酸の欠乏も荒廃要因になっている場合が多い。特に、火山灰土壌あるいは火山灰の影響を受けた土壌（黒ボク土）ではリン酸が不足するので土壌分析を行い、不足が認められた場合は補給する。カリの施用効果は一般的に経年草地で大きいほかマメ科でも大きい。石灰は草地造成時に施用するが、牧草による吸収と溶脱によって減少するので、2 ~ 3 年毎に炭カル 10a 当たり 100kg 程度補給する。また苦土は牧草の生育に必須であり、これの欠乏はグラステタニー症発生の大きな原因となるので補給する。

3) 飼料作物へのたい肥の適正施用

たい肥などを適正施用すれば作物への養分を供給するだけでなく、土壌の物理性・化学性および生物性を改善する効果も期待できる。しかし過剰な施用をすると品質低下や家畜への悪影響、環境への負荷の増大を招くことになる。したがって施用するたい肥などの種類・品質・施用量に留意し使用する事が大切である。施用にあたっては草地・飼料畑におけるふん尿処理物の施用基準を表-3にした。

飼料作物生産にあたっては、たい肥などの施用を基本にして、これを有効活用する事が重要である。このため施用量を決定する場合は、化学肥料等との併用によってバランスを取る。実際には作物に必要なリン酸とカリは全量たい肥から供給するようにして、不足する窒素は化学肥料等と組み合わせて補うようにするのが合理的である。なお、この時の土壌のリン酸、カリの過剰を起こさないために、リン酸またはカリの施用量が10a当たり30kgを越えないように施用量を決定する。

同じ作物に、同じたい肥を連用した場合、窒素が無機化して肥効を発現することから、標準施肥量で毎年施用していくと過剰になる。このことから減肥の必要がある。飼料トウモロコシを例にして、毎年3.0tの牛ふんたい肥を施用していった場合を計算すると、一年目は2kgの成分供給であるが、3年目では5kg程度、8年目では10kg程度、15年目では15kg程度の供給量と算出され、この分は化学肥料を減肥していく事が重要である。また、表作として飼料トウモロコシを作付けし、裏作としてイタリアンライグラス又はライムギを作付けすると、飼料生産量を向上させるとともにたい肥の利用量を増加することができる。

表-3 草地・飼料畑におけるふん尿処理物の施用基準

(t/10a)

草種	予想収量 (生草重)	牛		豚	鶏	
		たい肥	液状ふん尿	たい肥	乾燥ふん	
牧草	イネ科草地	5~6	3~4	5~6	2~3	0.5
	混播草地	5~6	3~4	5~6	2~3	0.5
	トウモロコシ	5~6	3~4	5~6	2~3	0.5
	イタリアンライグラス	4~5	3	4~5	2	0.5

草地試験場資料:1984

(7) 桑

1) 桑の養分吸収

作物による養分吸収はその生育のステージによって異なるが、桑はほとんど栄養生長なので、養分相互間の吸収割合、吸収経過などは比較的単純である。

養分吸収比率は、窒素：リン酸：カリ：石灰：苦土 = 6：2：4：4：1程度である。窒素は2/3以上を硝酸態で与えた場合に、生育がよいという結果が得られている。

桑が1年生作物と異なる点は、枝・株・根に多量の貯蔵養分を保持し、発芽やその後当分の期間の生育が、これらによってまかなわれることである。桑の1年間の生育は、枝葉が主として貯蔵養分によって形成される時期（展開期）、枝葉形成および同化吸収の盛んな時期（同化期）、吸収同

化された養分が貯蔵器官に移行貯蔵される時期（貯蔵期）に大別される。

2) 施肥量

本書の施肥基準は地域別に示したが、さらに細かな条件に対応する必要がある。たとえば、窒素はすべての土壌区分とも同じ施肥量とするが、リン酸・カリは褐色低地土、灰色低地土でそれぞれ15kg、13kg、褐色森林土で15kg、16kg、黒ボク土では16～18kg、18～20kgにするのがよいであろう。密植桑園についても、窒素の増施と同じ比率でリン酸とカリの施用量を増やすのがよいと思われる。

3) 施肥時期

冬肥：牛ふんたい肥等を主体とし、11月から2月頃までに施用するのがよいが、密植機械収穫桑園では、収穫後の施用が能率的である。

春肥：春桑の発芽前20～30日に施用するのがよい。

夏肥：春蚕収穫（夏切り）後ただちに、遅くとも1週間以内に施用し、夏蚕用桑園では夏蚕収穫後ただちに施用する。

追肥：7月下旬から8月上旬に行う。

4) 施肥位置について

一般に肥沃な桑園では施肥位置の違いによる肥効差はそれほど大きくないが、肥沃度の低い桑園で特に施肥量が少ない場合は施肥位置が影響し、局所施肥の効果が大きい。化学肥料の施用法としては、一般的には省力施肥として全面散布し、ロータリー耕などで土壌と混合する方法でよい。新植桑園では根の分布が株に近いので植付1～2年目までは株際より30cm離して施用の方が合理的である。

有機物の施用は毎年隔うねに表面施用して、深めにロータリー耕をする。土壌の状態が悪化していると肥効があがらないので、肥効を高めるには土壌診断で不良が認められた場合は改良をする必要がある。桑園土壌は近年非常に酸性化が進み、この改良を重点的に行う必要がある。

なお、桑は石灰を多く吸収し、降雨等によって石灰は溶脱するので、石灰質資材（炭カル、苦土石灰等）を桑園造成時に施用し、その後も毎年10a当たり100～200kgずつ施用すべきである。

5) 施肥の重要性

生産力向上はその基盤である土づくりが最大のポイントであり、肥料無しでは多収は望めない。そこで、まずたいきゅう肥等有機物を冬肥として施用し、化学肥料は春肥、夏肥、追肥として施用する。

春肥の肥効について、本県では5月中旬頃でなければ効果があがらないといわれてきたが、農水省旧蚕試東北支場で黒瀬氏などが重窒素を使った研究を行ない、春桑の発芽20日前に施用した窒素は、第6開葉期（5月6日）の新梢生育に利用されていることがわかった。また山形県新庄市で春肥に施用した窒素は、春蚕期だけでなく初秋・晩秋蚕期、さらに丸2年たった春の新梢の再生産にも利用されていることが明らかとなった。このように、春肥は効果が高く持続性があり、繭の安定生産に欠かせないもので、適期施用に心がけたい。

夏肥は夏切り後の桑の生育を左右するだけでなく、翌春の収量にも大きく影響することから、最も重要な肥料である。すなわち、年間総生育量の約2/3が夏切り後で、この時期の養分不足は収量に与える影響が大きい。そのため、春秋兼用桑園では夏肥に重点をおいた施肥基準になっている。

追肥は傾斜地や砂質土壌で実施されていたが、近年多回育が普及し、生育の旺盛な桑品種の導入等

もあり、速効性の肥料を用いるのがよい。

カ 夏蚕飼育用桑園の施肥

春秋兼用桑園を計画的に夏蚕飼育のため使う場合は、春肥に年間施肥量の60%を施用し、夏蚕時伐採直後に40%施用するのがよい。また、春蚕期に残った桑園を使う場合は、夏肥に施用する量の半量を一般兼用桑園の夏肥時期に、残り半量を夏蚕時伐採直後に施用するのがよい。