

## Ⅱ 農作物施肥基準

### 1 補給型施肥基準の基本的考え方

#### (1) 対象とする土壌と補給の考え方

補給型施肥基準は、作目毎の土壌改良目標値（Ⅱ－５参照）を満たしたほ場を対象とすることを前提として、

①ほ場からの収穫物による肥料成分持ち出し量

②浸透水による土壌養分の溶脱量

を施肥によって補給するという考え方に基づき施肥量を設定した。

従来の施肥基準は、窒素、リン酸、カリの施肥量を設定していたが、補給型施肥基準では、多量要素である石灰、苦土、ケイ酸についても、持ち出し量を補給する観点から新たに施肥量を設定した。

なお、窒素の施肥量は、作物の生育、収量に最も影響を与える成分であることから、新たに設定せず、これまでと同じ施肥量とした。

また、補給する資材については、たい肥と化学肥料を区別することなく、たい肥に含まれる肥料成分も考慮し、それぞれから供給される肥料成分の合計量を施肥により補給するものとした。

#### (2) たい肥等有機物の施用量について

補給型施肥基準は、たい肥と化学肥料のそれぞれから肥料成分を補給するものであり、たい肥と化学肥料から供給される肥料分量によって、施用量が互いに変動することから、従来の施肥基準のような、作物毎の一律のたい肥施用量は設定していない。

一方、たい肥等有機物資材には、土壌の微生物性、物理性、化学性を改善するなど、化学肥料にはない働きや効果が期待でき、適正な有機物の施用は、環境と共生した産地づくりのためにも重要である。

このため、地域資源である家畜ふん等を材料とした各種のたい肥を積極的に活用するとともに、化学肥料は、たい肥の施用量に応じて、たい肥に含まれる肥料成分では不足する養分を補うこととする。

なお、たい肥等有機物資材の過剰な施用は、土壌養分の過剰蓄積や環境への負荷が懸念されることから、供給過剰とならないよう、留意する必要がある。

#### (3) 持ち出し量算定の考え方について

補給型施肥は、ほ場から持ち出される量を補給する考え方に立つので、「作物吸収量」ではなく、「持ち出し量」を計算する。

持ち出し量の算定は、作物ごとに収穫して持ち出される部位の養分含有率と、あらかじめ設定した作物ごとの収量水準から想定される持ち出し現物量とを掛け合わせて算定する。

収穫物以外の部位をほ場還元するかどうかは、様々な場合が想定されるが、補給型施肥基準には算定の前提とした収穫物以外の部位の処理方法を記載した。

具体例は、次のとおり。

① 水稲

わらは鋤込む場合は、持ち出し量としては籾部分のみとした。

② キャベツ

外葉を鋤込むため、結球部によってほ場外に持ち出される量のみを考慮し、外葉部分については土壤に還元されるので持ち出し量に含まない。

③ きゅうり

全部位を持ち出すという前提で、果実と茎葉部分の吸収量全てを持ち出し量とした。

④ 果樹

果実の持ち出し量と剪定枝による持ち出し量を考慮するが、葉は、落葉してほ場に還元されるという考え方に立ち、持ち出し量として考慮しないこととした。

持ち出し量の算定に利用したデータは、県内の研究成果や栽培事例等のデータに目標収量の値を掛け合わせる形で作成した。他県や文献のデータを採用する場合にはなるべく東日本のもので新しいデータを採用するように努めた。研究成果や栽培事例等のデータがない品目については食品成分分析表の分析値に廃棄率を乗じて計算した。全くデータの入手できないものについては、類似の品目（同科、生育量が類似など）の値を代用した。

(4) 溶脱量算定の考え方について

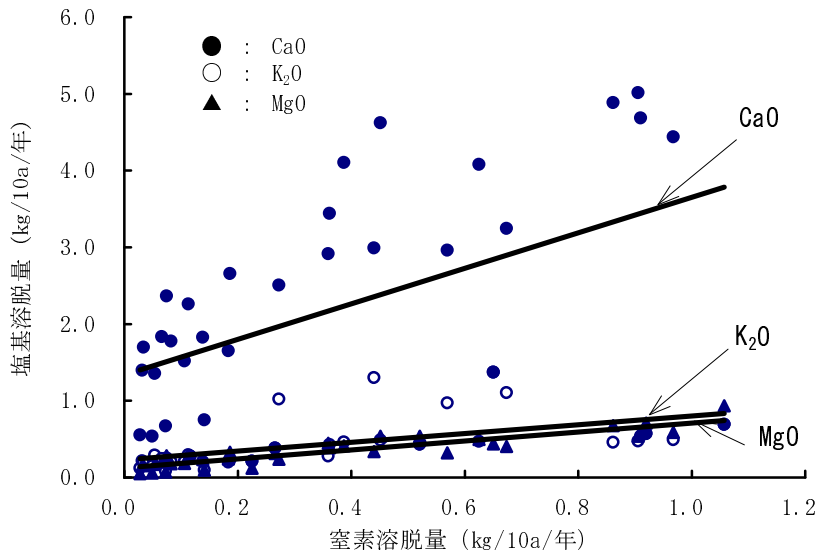
① 水田での溶脱

- ・ リン酸：水田でのリン酸の溶脱量は 0.1 kg/10a とした。
- ・ カリウム：溶脱量は、排水の良いほ場での実測値を用いた。溶脱量は、ほ場によって幅があり、8kg/10a 溶脱する場合から、逆に、かんがい水によって 2kg/10a 富化される場合があり、平均の溶脱量としては、2kg/10a とした。
- ・ 石灰・苦土：溶脱は水田においては考慮しないこととした。
- ・ ケイ酸：灌がい水による供給を約 20 kg/10a、浸透水による溶脱を約 25 kg/10a とし、実際の溶脱量を 5kg/10a とした。

② 畑地での溶脱

- ・ リン酸：土壤に吸収・固定されることから、溶脱量は非常に少なく、土壤タイプによっても異なるが、補給型施肥基準策定にあたっては、0.05 kg/10a とした。
- ・ 塩基（カリウム、カルシウム、マグネシウム）  
塩基の溶脱量は、窒素の溶脱量と正の相関があることから（図 2-1）、窒素の溶脱量から、以下の推計式で算定した。

|   |
|---|
| <推計式> x：窒素の溶脱量、 y：塩基の溶脱量                          |
| 式1 カリ (K <sub>2</sub> O) 溶脱量：y = 0.5692x + 0.2319 |
| 式2 石灰 (CaO) 溶脱量：y = 2.3146x + 1.3389              |
| 式3 苦土 (MgO) 溶脱量：y = 0.5835x + 0.1246              |

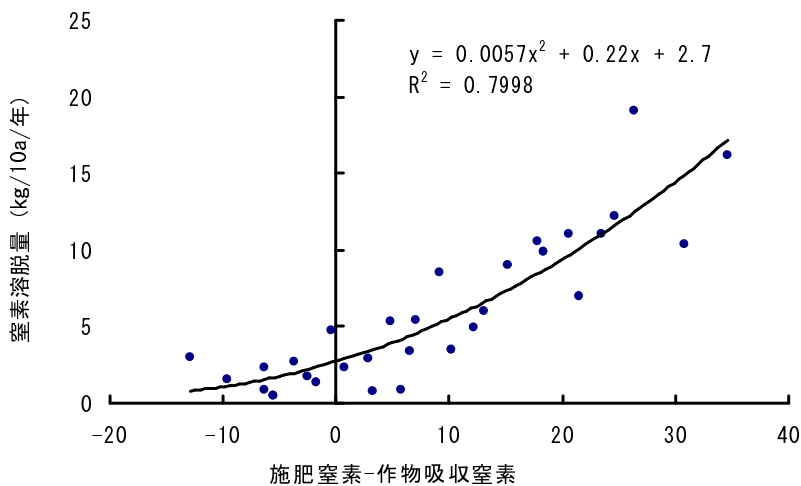


カリ、石灰、苦土の溶脱量は粘土鉱物や排水性等によって大きく影響を受けるが、同一条件のなかでは、窒素溶脱量（ほとんどは硝酸態窒素）と正の関係にある。

図 2-1 窒素溶脱量と塩基の溶脱量の関係（畑地）

なお、窒素の溶脱量は、窒素施肥量から作物による吸収量を差し引いた残存窒素が、一定の割合で溶脱することから（図 2-2）、以下の推定式で算定した。

<推計式> x : (施肥窒素量 - 作物吸収窒素量)、y : 窒素溶脱量  
 式 4 窒素溶脱量 :  $y = 0.0057x^2 + 0.22x + 2.7$



(施肥窒素量 - 作物吸収窒素量)が増加するほど、窒素溶脱量が増加するとして式 1 により窒素溶脱量を設定した。  
 例：施肥量 30kg・吸収量 20kg の場合、その差は 10 kg となるが、その際の窒素溶脱量は 5 kg/10a 程度と計算される。ハウスでは溶脱量を 1/3 とした。

図 2-2 施肥窒素と作物吸収窒素量が溶脱窒素量に及ぼす影響（畑地）

表 2-1 補給型施肥基準を策定するに当たって用いた算定方法一覧

| 項目        | 水 稻  | 畑作物  |
|-----------|--|--|
| 窒素        | 従来の施肥基準と同一   | 従来の施肥基準と同一   |
| 窒素<br>溶脱量 | 考慮しない。   | 施肥窒素量－作物持ち出し窒素量と窒素溶脱量は正の相関があることから算定（図 1、式-1）した。ハウスでは溶脱量を 1/3 とした。窒素溶脱量は、カリ・石灰・苦土の塩基溶脱量の算定基礎データとして活用した。 |
| リン酸       | 作物による持ち出し量+浸透水による溶脱量（溶脱量は 0.1 kg/10a に統一）  | 作物による持ち出し量+浸透水による溶脱量（溶脱量は畑 0.05 kg/10a に統一）  |
| カリ        | かんがい水による供給から浸透水による溶脱を差し引いてマイナス 2 kg/10a と見積もった。これに籾による持ち出し 3 kg/10a を合わせて 5 kg/10a の持ち出しとした。 | 持ち出し量+溶脱量と従来の施肥基準の数値を比較してより少ない数字を採用（贅沢吸収を考慮）。溶脱量算定式は式-2 を採用した。   |
| 石灰        | 考慮しない。   | 持ち出し量+溶脱量により計算した。溶脱量式-3 を採用した。   |
| 苦土        | 考慮しない。   | 持ち出し量+溶脱量により計算した。溶脱量式-4 を採用した。   |
| ケイ酸       | かんがい水による供給から浸透水による溶脱を差し引いてマイナス 5 kg/10a と見積もった。これに籾による持ち出し量を加えて 30 kg/10a の総持ち出し量とした。        | 考慮しない。   |
| たい肥       | たい肥施用量は設定しない。  | たい肥施用量は設定しない。  |

## 2 たい肥等地域資源の有効活用

### (1) 県内の家畜ふんたい肥等の現状

#### ① 家畜排せつ物の産出量

岩手県は、肉牛、乳牛、豚、ブロイラーのいずれの畜種においても全国トップクラスの畜産県であり、家畜排せつ物も多量に産出されている。耕地面積当たりの発生量は、チッソ換算で 22.2 kg/10a（全国平均 16.4 kg/10a）と全国平均よりも多く、鶏ふんたい肥や豚ふんたい肥など化学肥料の代替資材として利用可能な地域資源が豊富に存在している。

#### ② 家畜ふんたい肥の形態

家畜排せつ物は、発酵処理によって、たい肥として利用されるが、本県では、機械散布特性を向上させるため、粒状やペレット状に成型されたたい肥が全国に先駆けて開発されている。

また、家畜排せつ物の炭化物や灰化物、液状コンポストやバイオガス消化液など、多様な形態の有機質由来の資材が生産されている。

### (2) たい肥等有機物の施用効果

たい肥は、作物に養分を供給するだけでなく、物理性、化学性、生物性を総合的に改善して根域の環境をよくすることができる優れた資材である。

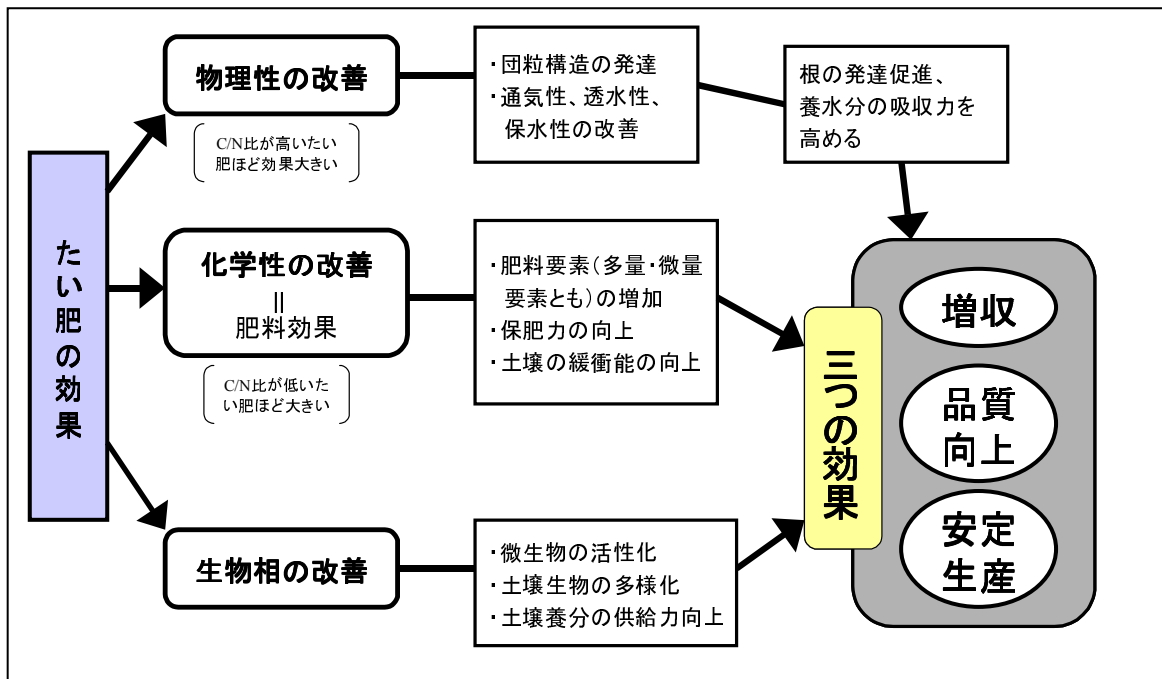


図 2-3 たい肥施用による土壌改良効果 (藤原)

表 2-2 農耕地に対するたい肥の効果

(1976~1983 農林水産省調査)

| 項目    |     | 水田土壌  | 畑土壌   |
|-------|-----|-------|-------|
| 物理性   | 仮比重 | 94.4  | 96.6  |
|       | 孔隙率 | 103.2 | 102.5 |
|       | 硬度  | 94.7  | 92.8  |
| 化学性   | 全炭素 | 110.2 | 131.7 |
|       | 全窒素 | 108.5 | 214.9 |
|       | CEC | 103.1 | 106.9 |
|       | pH  | 100.2 | 101.7 |
| 可給態成分 | リン酸 | 113.9 | 141.0 |
|       | カリ  | 133.6 | 155.5 |
|       | 石灰  | 104.5 | 116.8 |
|       | 苦土  | 105.0 | 142.4 |

注) 化学肥料のみでの栽培を 100 としたときの比で示す

### ①物理性改良効果

たい肥を土壌に施用すると、微生物による分解過程で生成される粘質物などにより土壌の団粒構造が発達してくる。団粒構造が発達すると、土は軟らかくなり、透水性、保水性、通気性がよくなるため根の発達や養水分吸収が旺盛となる。

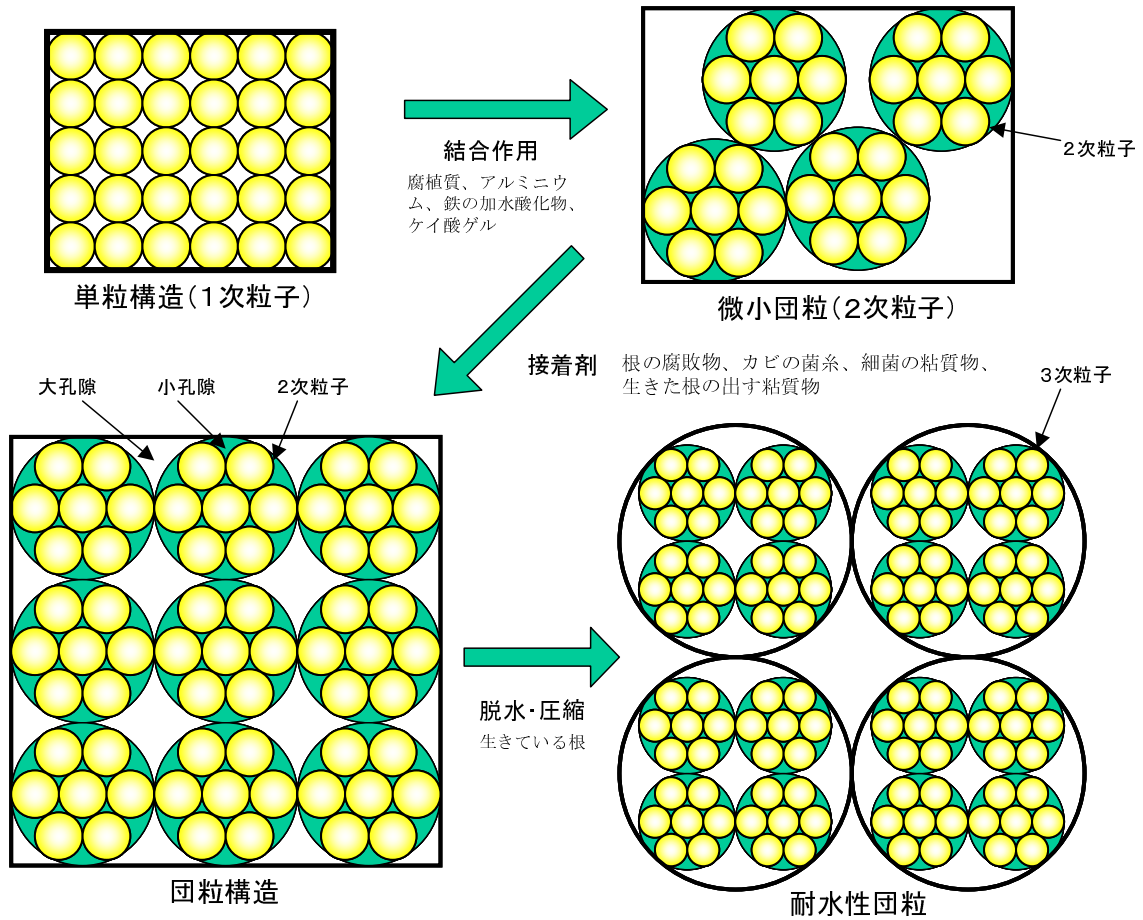
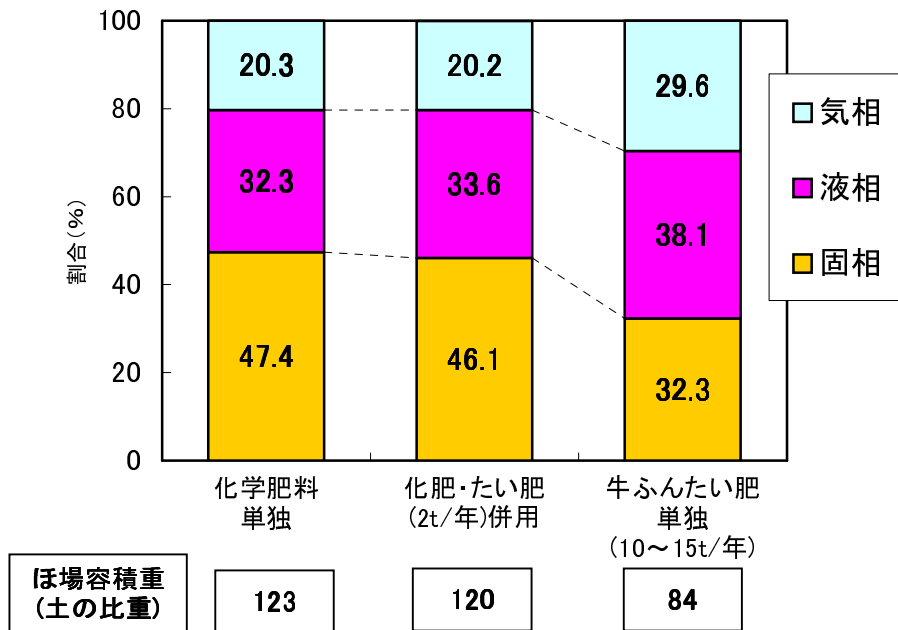


図 2-4 団粒構造とそのでき方 (藤原)



注) 8年間たい肥を連用、野菜15作後の土壌を調査

図 2-5 たい肥の土壌物理性改善効果 (神奈川農総研)

## ②化学性改良効果

たい肥からの肥料養分の持ち込みに加えて、たい肥が分解して生産される腐植等により保肥力（陽イオン交換容量（CEC））が向上する。これは、土壌 pH の悪化、多肥による濃度障害等の土壌の不良環境を緩和する緩衝能増加にもなる。さらに、腐植酸、有機酸、糖類などのキレート作用により土壌（特に火山灰土壌）の活性アルミニウムの害が軽減され、土壌リン酸や微量元素の有効化が促進される。

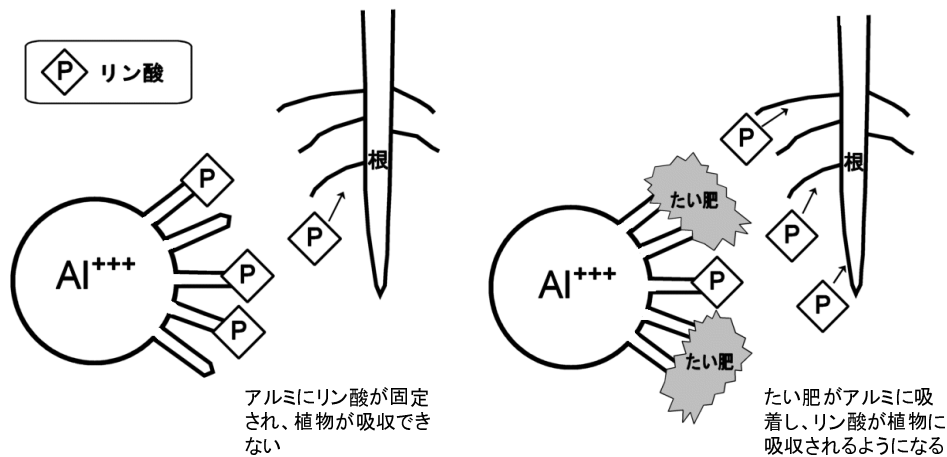


図 2-6 たい肥施用によるリン酸吸収促進効果

## ③生物相の改良効果

土壌中には有機物の分解に関与する土壌動物、糸状菌、放線菌、細菌など多種多様な生物群が生息している。これらの生物群は、施用されたたい肥を分解するとき生物の量が増える。また、たい肥を分解した微生物がアミノ酸やビタミンなどのいろいろな物質を合成して分泌するようになり、さらにそれらを利用する微生物が増えるなど微生物の種類も変化し、土壌の生物的緩衝能が増大する。

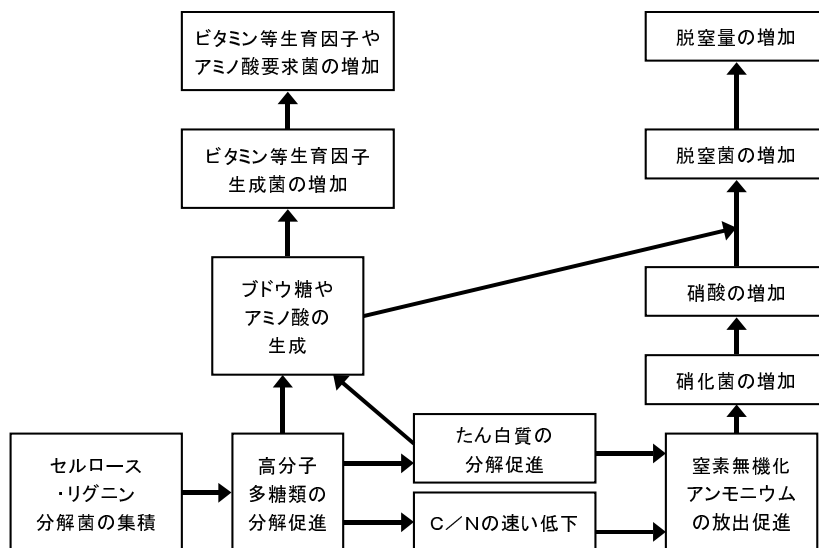


図 2-7 たい肥施用による土壌微生物の変化 (西尾)

### (3) 有機物種類別の特性と利用上のポイント

たい肥等有機物を利用する場合には、事前にたい肥中の肥料成分含有量を把握する必要がある。県内で生産されたたい肥等については、これまでに成分含有量のデータベースを作成し、情報を提供している。家畜ふんの種類等によって、成分含有量が異なること（表 2-3）から、含有量や特性を理解した上で使用する必要がある。

#### 【化学肥料代替を主とするもの 下の①②】

##### ①鶏ふんを原料とする肥料

###### ア 発酵鶏ふん

採卵鶏や肉用鶏の糞をたい肥化させた肥料である。水分は 40%前後であり、肥料成分は、比較的濃度が高く、化学肥料代替効果大きい。また採卵鶏由来のものは石灰分を多く含む傾向にある。発酵により易分解性の有機物が分解しているため多量施用による障害は乾燥鶏糞よりはでにくい。

###### イ 乾燥鶏ふん

生の鶏ふんや一部発酵させた鶏糞を火力・天日で乾燥させた肥料である。水分は 25%前後のものも多く、水分が低いため散布作業がしやすいものが多い。肥料成分は発酵鶏ふんよりもさらに高く、化学肥料代替効果大きい。発酵したものよりも易分解性の有機物を含むため施用量が多い場合は作物が有機酸等で障害を受けることもある。

###### ウ 鶏ふん焼却灰

鶏ふんをボイラーで焼却した灰の肥料であり、有機物分を焼却しているため他の鶏ふん原料の肥料とは特徴が大きく異なる。肥料成分はリン酸、カリ、石灰等を多く含む。

##### ②発酵豚ふん

豚の糞をたい肥化させた肥料である。水分は 35%前後であり、肥料成分は、発酵鶏ふんと同じ程度で化学肥料代替効果大きい。発酵鶏ふんとほぼ同様の使用方法が可能である。

#### 【土づくり用途を主とするもの 下の③～⑤】

##### ③牛ふんたい肥

鶏ふん・豚ふんに比べて水分含量が高くかつ肥料成分が低いため、化学肥料代替効果はあまり期待できない。地力窒素の増加や物理性改善に有効である。

##### ④バークたい肥

樹皮を破碎したものを原料としており、原料の炭素分が多く、発酵促進のため鶏ふんや尿素等を窒素源として発酵させたものが多い。肥料成分は牛ふんたい肥に比べてもさらに低く、主に土壌の物理性改善に有効である。

##### ⑤稲わらすき込み

水稻収穫後の稲わらを水田全面にすき込むもの。すき込み初年目は生育抑制につながる場合もあるが、連年施用により地力窒素の増加や物理性改善に有効である。



表 2-3 主要なたい肥等の成分例

(現物%)

|        | 水分 | 窒素  | リン酸  | カリ  | 炭素 | C/N比 | 石灰   | 苦土  | 出典 |
|--------|----|-----|------|-----|----|------|------|-----|----|
| 発酵鶏ふん  | 40 | 1.9 | 2.8  | 1.6 | 18 | 11   | 6.3  | 0.8 | a  |
| 乾燥鶏ふん  | 26 | 3.6 | 2.9  | 2.0 | 31 | 9    | 3.4  | 0.8 | a  |
| 鶏ふん焼却灰 | 0  | 0.2 | 24.4 | 9.2 | —  | —    | 16.7 | 4.4 | b  |
| 発酵豚ふん  | 36 | 2.1 | 2.6  | 1.7 | 22 | 12   | 2.2  | 0.9 | a  |
| 牛ふんたい肥 | 69 | 0.6 | 0.4  | 0.6 | 10 | 18   | 0.5  | 0.2 | a  |
| パークたい肥 | 60 | 0.5 | 0.3  | 0.3 | 16 | 33   | 1.1  | 0.2 | c  |
| 稲わら    | 10 | 0.4 | 0.2  | 1.7 | 34 | 77   | 0.5  | 0.1 | c  |

出典 a：平成 14 年度岩手農研研究成果、b 昭和 60 年度岩手農試参考事項、  
c：藤原著「堆肥のつくり方・使い方」（乾物%を現物%に換算して掲載）

#### (4) 化学肥料の代替利用

##### ① 窒素の代替利用

有機物中の窒素の肥効は、大まかには C/N 比で推定できる。C/N 比が低いほど窒素の肥効は高まり、C/N 比が高いほど窒素の肥効は低下する（図 2-6）。C/N 比は、実測からの算出が困難であり、窒素を分析しての簡易推定や同じような原料を用いた肥料の事例から推定する。

特に発酵鶏ふん、乾燥鶏ふん、発酵豚ふんなどは、C/N 比が 10 前後のものが多く、窒素含量も他の有機物に比べて高いものが多い。これらの窒素の肥効率は 40～50%程度となる。これらの肥料を化学肥料の窒素代替として利用する場合は、窒素施用量としては 2 倍程度施用することが適当である。

一方、C/N 比が 20 前後の牛ふんたい肥や C/N 比が 20 を超えるパークたい肥などは窒素の肥効がほとんどなく、特に C/N 比が高いものでは有機質資材が土壌中の窒素成分を取り込み、窒素の肥効がマイナスとなることもあるため、有機物施用から作付け時期までの期間を十分あけるなどの対応が必要となる。

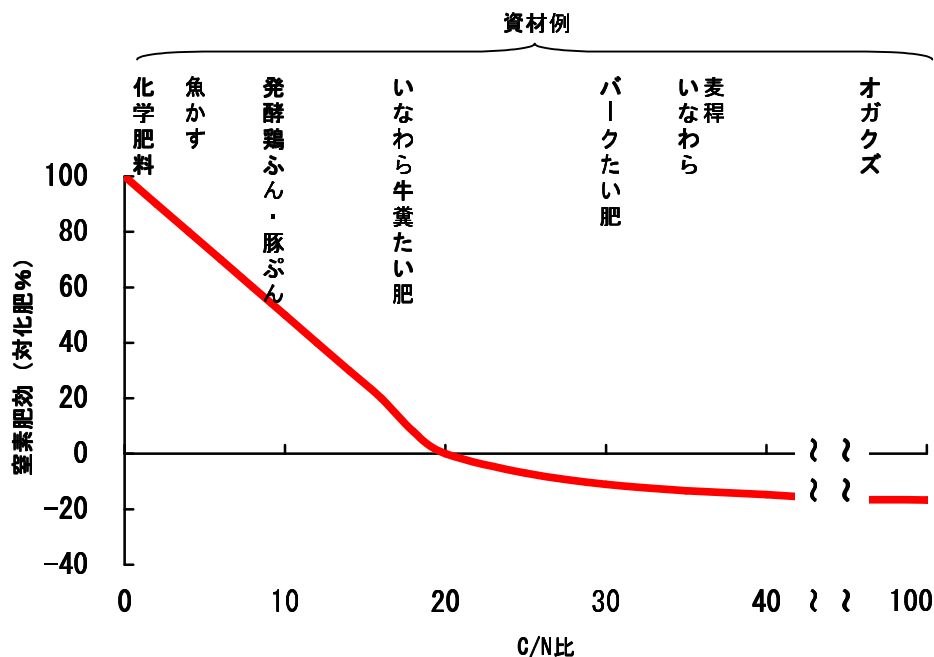


図 2-8 有機物の C/N 比と窒素肥効との関連の概念

## ② リン酸・塩基の代替利用

リン酸は土壌中の活性のアルミニウムや鉄などに固定されやすく、溶脱などによる損失はほとんどない。石灰、苦土、カリについても、土壌の陰荷電によって土壌中に保持されている。

有機物中のリン酸、カリなどの肥効率については、様々な数字が提案されているが、長期的な視野に立った場合は、ほぼ化学肥料と同等ととらえられる。

このため、土壌養分が改良目標値を満たしたほ場において、有機物を施用する場合には、施用した有機物に含まれるリン酸、カリで不足する量を化学肥料で補正して施用することを基本とする。

### (5) 腐熟度に応じた散布時期・散布方法

#### ① 腐熟度が高いたい肥の特性

高温で十分腐熟したたい肥は、雑草種子が不活性化するとともに、水分の低下によってハンドリングが容易となるなどの利点がある。一方、長期の腐熟は、アンモニア揮散が進むことから窒素が失われ、窒素の肥効は低下する。

#### ② 腐熟度に対する作物の要求度

作物によって、たい肥に要求される熟度が異なる（表 2-4）。

例えば、水田に有機物を秋施用して翌年水稻を栽培する場合などには、多少未熟のたい肥であっても問題は少ないが、雨除けほうれんそう等施設野菜等では、未熟な有機物の施用は障害の発生が懸念されるので、できるだけ腐熟したたい肥を施用することが必要。

未熟な有機物を活用する場合は、使用者が腐熟を進めてから施用したり、作付けの数ヶ月以上前に施用するなどの工夫が必要である。

表2-4 品目別の栽培上の特徴とたい肥に要求される品質

| 品目         | 栽培上の特徴                   | たい肥に要求される熟度                      |
|------------|--------------------------|----------------------------------|
| 雨除けほうれんそう等 | 直まき、地温高い、連作、減収に直結する土壌病害多 | 必ず完熟したものを利用<br>↑<br>↓<br>未熟でも利用可 |
| 直まきの根菜類等   | 直まき、病害や未熟たい肥による障害が減収に直結  |                                  |
| 施設栽培品目     | 地温高い、輪作困難                |                                  |
| 露地の葉・実物等   | 露地（地温低い）、輪作可、根部以外が商品     |                                  |
| 麦・豆*・イモ類等  | 露地（地温低い）、輪作可             |                                  |
| 飼料作物       | 土壌関連障害少ない                |                                  |
| 水稻         | 湛水栽培、連作障害少、主に移植栽培        |                                  |

\*タネバエ被害が著しいので施用時期、場所等に留意する。

#### 〔参考資料〕

|        |               |          |
|--------|---------------|----------|
| 藤原俊六郎著 | 「堆肥のつくり方・使い方」 | 農山漁村文化協会 |
| 西尾道德著  | 「土壌微生物の基礎知識」  | 農山漁村文化協会 |
| 上沢正志著  | 「農業技術」(46巻9号) |          |

### 3 土壌養分の推定

補給型施肥に取り組むためには、実際に土壌分析を行って、土壌の状態を把握することが基本であるが、限られたコストと時間のなかでは、過去の分析結果から土壌中の養分の過不足の状況を判断する手法や、簡易な分析のほか、生育状況などから、おおまかに土壌養分の状態を推定することができる。

- (1) 「リン酸吸収係数」、「可給態リン酸」、「陽イオン交換容量」は、変化しにくい特性のため、過去の分析結果が適正であれば、3～5年毎に1回の分析データで土壌養分不足の状態を判断できる。
- (2) 「塩基飽和度」は、pHを測定することで推定できる（図3-1）。
- (3) 窒素の過不足は、ECで簡易診断が行える（表7-3）。これらは精密分析に比較すると分析費用も安価で、個人で購入可能な分析機器が市販されている。

- (4) 過去の生育状況から（「図3-2 土壌養分不足の危険性チェックチャート」を活用）、土壌分析によらず、養分不足の可能性のある土壌を推定できる。

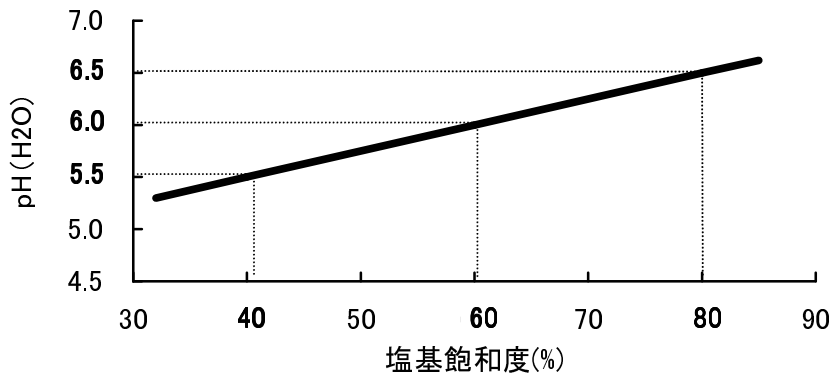


図3-1 pHから塩基飽和度の推定

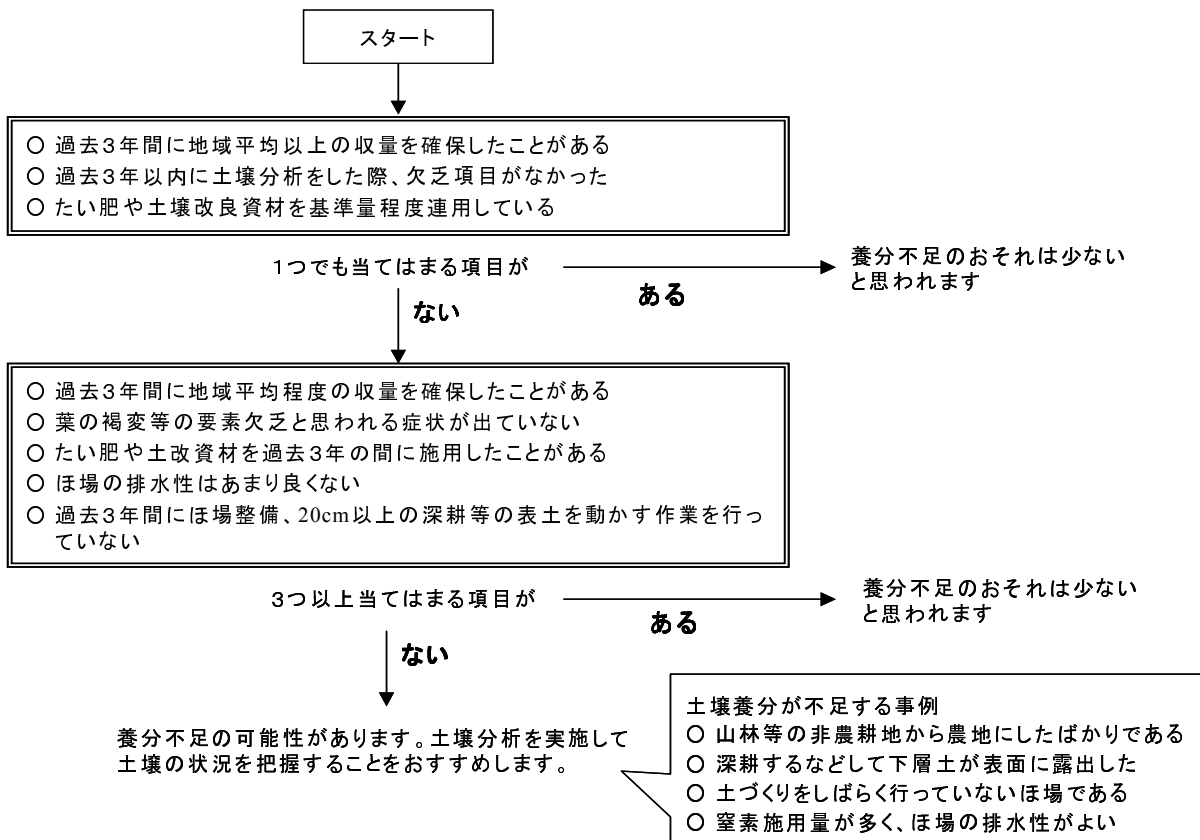


図3-2 土壌養分不足の危険性チェックチャート

#### 4 施肥管理のフロー

補給型施肥基準を新たに加えた施肥管理の手順は、土壌診断に基づき、

① 作物毎の土壌改良目標値 (p. 19~20) を満たしているかどうか。

② 減肥基準 (p. 35~36) に照らし合わせ土壌養分が減肥するレベルに達しているかどうかを確認し、下図に従って、「補給型施肥基準」、「減肥基準」、従来の「施肥基準」から適用する基準を選択する。

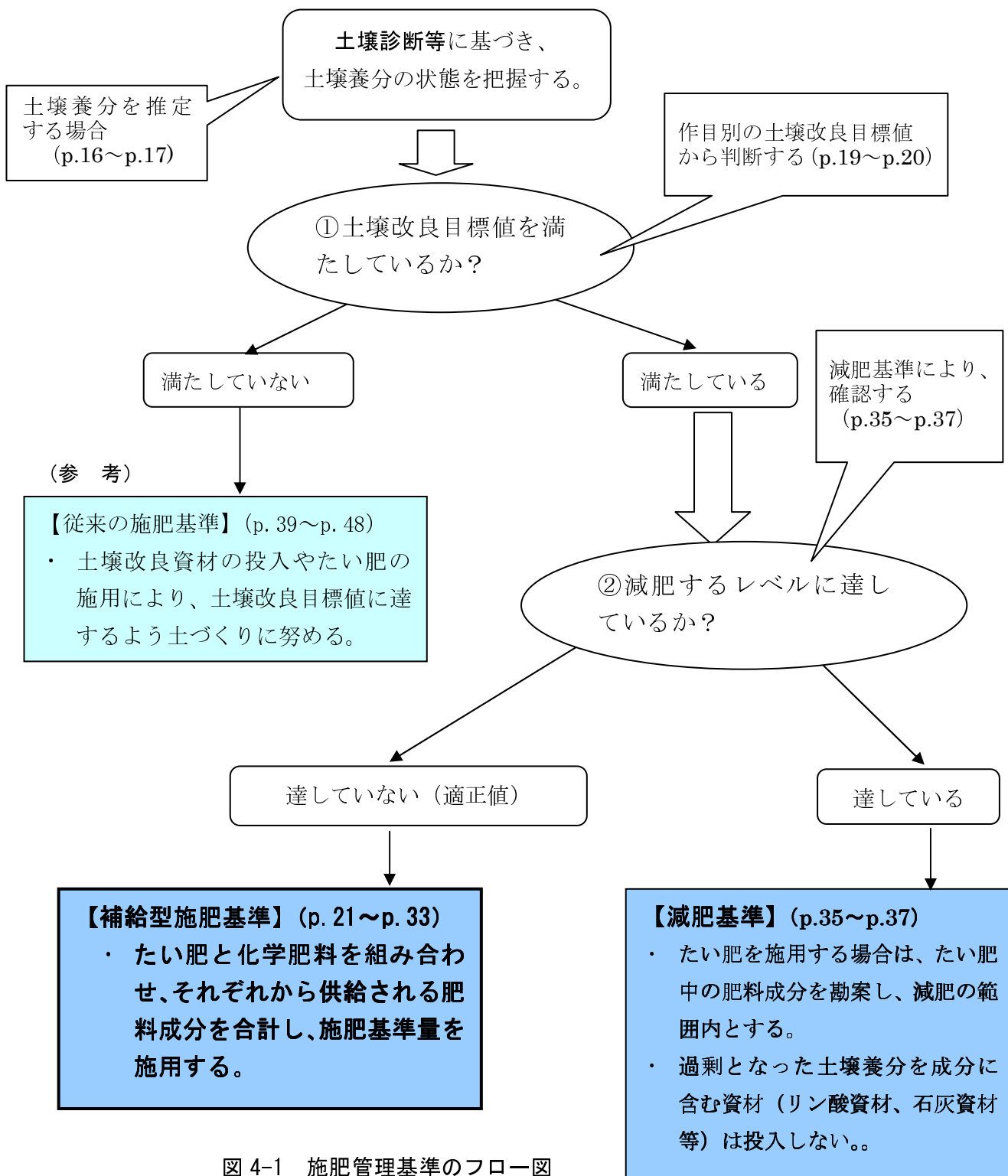


図 4-1 施肥管理基準のフロー図