

施肥改善指導マニュアル

－施肥基準活用のための技術指導資料－

平成25年3月

埼玉県農林部農業支援課

はじめに

この施肥改善指導マニュアルは、平成24年度に改定した主要農作物施肥基準を活用するためのものです。

今回の施肥基準の改定は、良質堆肥の有効成分等を考慮し、土壌診断に基づき適正な施肥を行う観点から行ったところです。

「1 県内土壌の現状と土づくり」では、過去10年間の県内各地における土壌養分の推移が示されています。土壌分析や診断は継続して実施すると問題点が見えてきます。これは、農家のほ場でも同様であり、毎回同一地点の土壌を分析することにより、施肥改善の効果や問題点が明らかになります。

「2 土壌診断に基づく施肥設計」では、土壌診断の結果から、施肥基準及び耕地土壌のタイプ別を参考に施肥設計を行う考え方を解説しています。コンピュータによる施肥設計が主流となっていますが、そのもととなる考え方が理解されていることが大切です。

「3 施肥技術」では、施肥方法を解説しています。更に栄養診断方法にも触れています。施肥改善は高収量・高品質を目指すためのものです。分析屋になってはいけません。常にフィールドに立ち、土壌に触れ作物を良く観察することが肝心です。

「4 優良堆肥の使用」では、家畜ふん尿堆肥の多量施用の問題点を踏まえ、堆肥中の肥料成分を考慮し、肥料の施用量を決定する方法を解説しています。今後、地下水の汚濁など環境汚染の観点から、家畜ふん尿の施与量について十分考慮していく必要があります。

主要農作物施肥基準と施肥改善指導マニュアルの活用により、効率的な施肥が行われ、各作物の収量・品質が向上し、埼玉農業の収益力に繋がることを期待します。

平成25年3月

埼玉県農林部農業支援課

課長 福井純夫

目 次

1	県内耕地土壌の現状と土づくり	1
	(1) 埼玉県の耕地土壌	
	(2) 土づくりの現状	
	(3) 野菜土壌の養分実態について	
2	土壌診断に基づく施肥設計	7
	(1) 施肥基準の確認	
	(2) 土壌診断による実際の施肥量の決定	
	(3) 肥料の選択と施肥設計の実際	
	(4) 堆肥施用による具体的な施肥設計の事例	
3	施肥技術	15
	(1) 有機質肥料の施用技術	
	(2) 緩効性肥料の利用による効率的施肥技術	
	(3) 局所施肥等による効率的施肥法	
	(4) 栄養診断による効率的施肥法	
	(5) 土壌診断結果を生かした施肥改善	
4	優良堆肥の使用	28
	(1) 堆肥施用の考え方	
	(2) 家畜ふん堆肥施用量の目安	
	(3) 家畜ふん堆肥施用の留意点	
	(4) 生ごみ堆肥施用の留意点	
5	参考資料	33
	(1) 埼玉県内の土壌群とその性質	
	(2) 作物別関連指標	
6	関係法令	39

1 県内耕地土壌の現状と土づくり

(1) 埼玉県の耕地土壌

ア 水田土壌の現状

水田土壌の平均値は、pH 5.88 (前回 5.77)、EC 0.07mS/cm (前回 0.16)、陽イオン交換容量 21.7me/100g、有効態リン酸 28mg/100g (前回対比 108%)、交換性カリウム 29mg/100g (前回対比 94%)、交換性カルシウム 336mg/100g (前回対比 120%)、交換性マグネシウム 60mg/100g (前回対比 137%)、有効態ケイ酸 16.9mg/100g (前回対比 108%)、塩基飽和度 73.7 (前回 80.6)、全炭素 2.9%、全窒素 0.27%、CN 比 10.7、可給態窒素 11.4mg/100g (前回 11.3)、仮比重 1.10 (前回 1.03) であった。

[※前回調査 (平成 11 年～15 年)、今回調査 (平成 16～20 年)]

イ 転換畑土壌の現状

転換畑土壌の平均値は、pH 6.04 (前回 6.12)、EC 0.20mS/cm (前回 0.46)、陽イオン交換容量 18.6me/100g、有効態リン酸 151mg/100g (前回対比 118%)、交換性カリウム 54mg/100g (前回対比 102%)、交換性カルシウム 406mg/100g (前回対比 135%)、交換性マグネシウム 56mg/100g (前回対比 127%)、全炭素 2.2%、全窒素 0.23%、CN 比 9.6、可給態窒素 9.8mg/100g (前回 10.3)、仮比重 1.08 (前回 0.99) であった。

ウ 普通畑土壌の現状

普通畑土壌の平均値は、pH 6.43 (前回 6.44)、EC 0.15mS/cm (前回 0.33)、陽イオン交換容量 22.6me/100g、有効態リン酸 91mg/100g (前回対比 106%)、交換性カリウム 54mg/100g (前回対比 113%)、交換性カルシウム 468mg/100g (前回対比 123%)、交換性マグネシウム 60mg/100g (前回対比 122%)、塩基飽和度 95.4% (前回 96.0)、全炭素 3.2%、全窒素 0.28%、CN 比 11.4、可給態窒素 5.5mg/100g (前回 3.8)、仮比重 0.98 (前回 0.91) であった。

土壌養分は、pH 調整のためのアルカリ (特に石灰) 施用が多い。塩基飽和度が高く、土壌養分が過剰気味である。

エ 樹園地土壌の現状

樹園地のうち、茶園土壌の平均値は、pH 3.85 (前回 4.00)、EC 0.44mS/cm (前回 0.29)、硝酸態窒素 66.3mg/100g (前回 15.4)、陽イオン交換容量 54.4me/100g、有効態リン酸 182mg/100g (前回対比 90%)、交換性カリウム 78mg/100g (前回対比 229%)、交換性カルシウム 180mg/100g (前回対比 128%)、交換性マグネシウム 38mg/100g (前回対比 317%)、塩基飽和度 18.8% (前回 15.8)、全炭素 14.3%、全窒素 1.18%、CN 比 12.1、可給態窒素 20.9mg/100g (前回 8.9)、仮比重 0.61 (前回 0.55) であった。

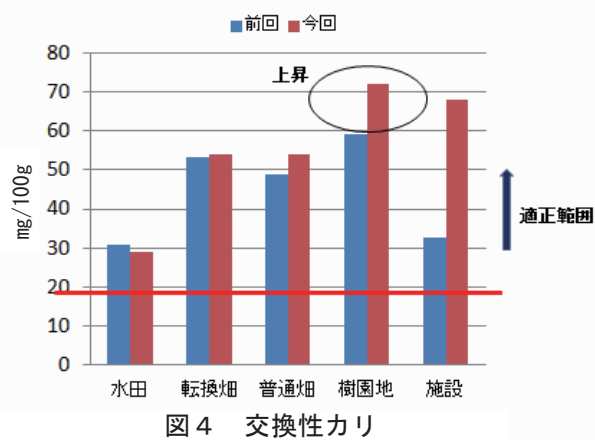
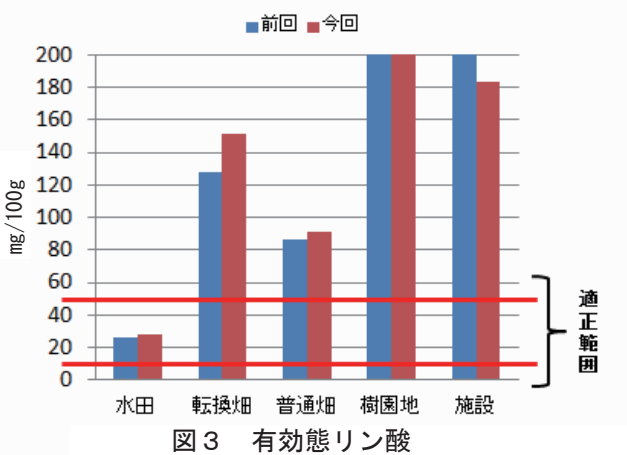
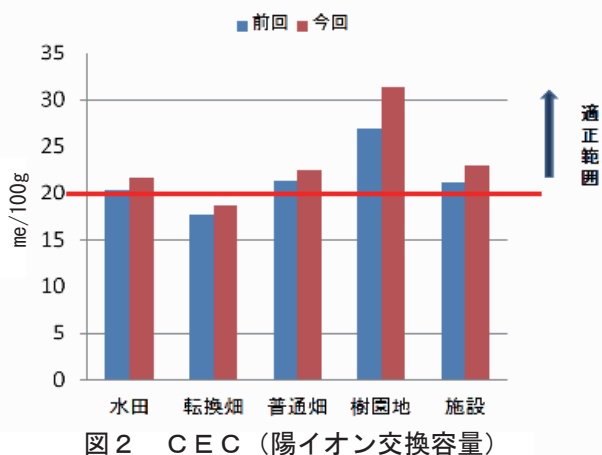
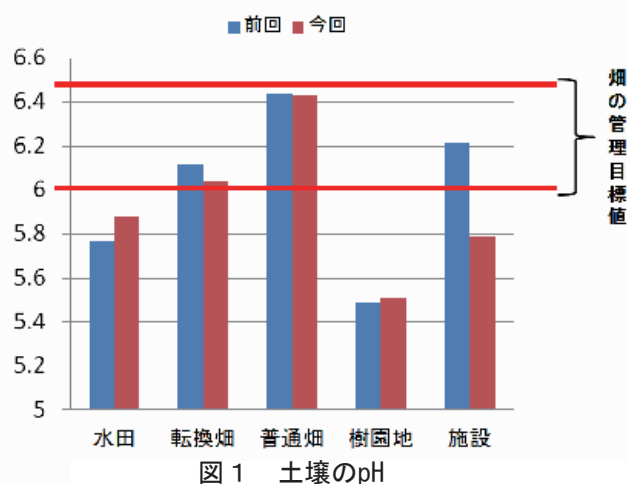
有効態リン酸が高い状態が続いている。

茶園を除く樹園地の平均値は、pH 6.13（前回 6.05）、EC 0.23mS/cm（前回 0.24）、陽イオン交換容量 22.7 me/100g、有効態リン酸 207mg/100g（前回対比 100%）、交換性カリウム 70mg/100g（前回対比 102%）、交換性カルシウム 382mg/100g（前回対比 118%）、交換性マグネシウム 63mg/100g（前回対比 166%）、塩基飽和度 89.9%（前回 112）、全炭素 2.8%、全窒素は 0.27%、CN比は 10.4、可給態窒素 8.6mg/100g（前回 6.9）、仮比重 1.22（前回 1.14）であった。

有効態リン酸が高い状態が続いている。

オ 施設土壌の現状

施設土壌の平均値は、pH 5.79（前回 6.21）、EC 0.43mS/cm（前回 0.20）、陽イオン交換容量 23.1 me/100g、有効態リン酸 183mg/100g（前回対比 85%）、交換性カリウム 68mg/100g（前回対比 206%）、交換性カルシウム 509mg/100g（前回対比 111%）、交換性マグネシウム 98mg/100g（前回対比 132%）、全炭素 2.6%、全窒素 0.27%、CN比 9.6、可給態窒素は 5.8mg/100g（前回 9.7）、仮比重 1.07（前回 0.97）であった。



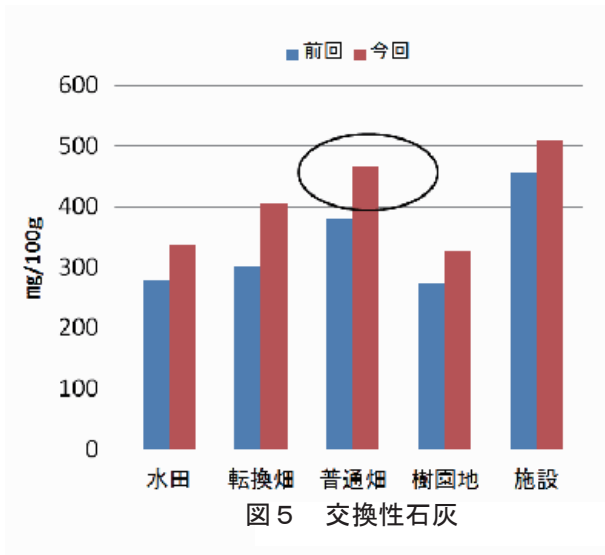


図5 交換性石灰

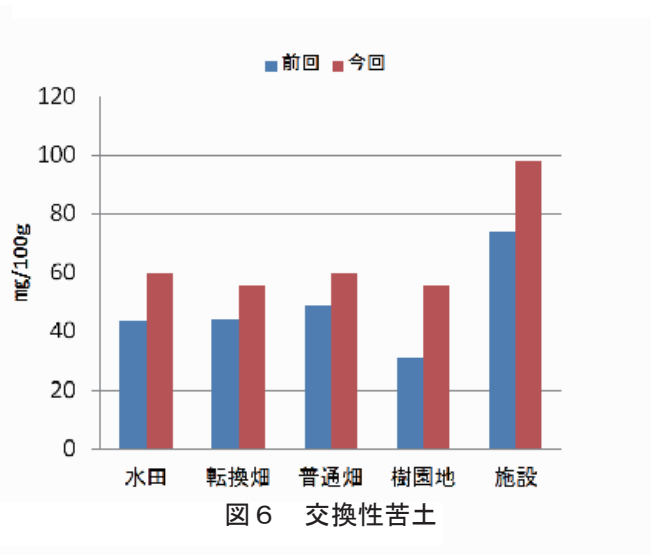


図6 交換性苦土

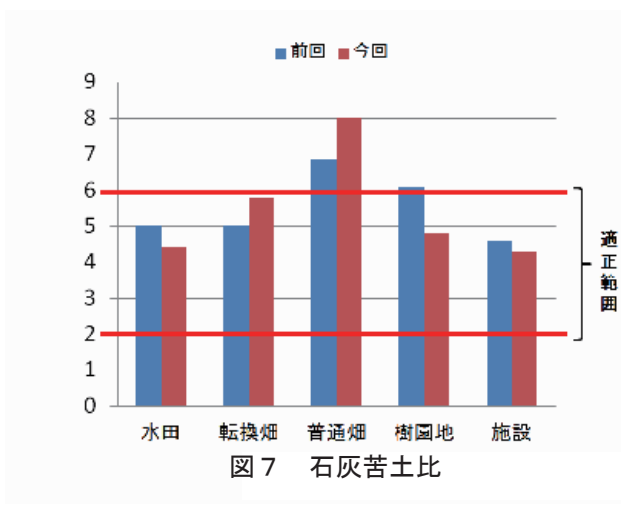


図7 石灰苦土比

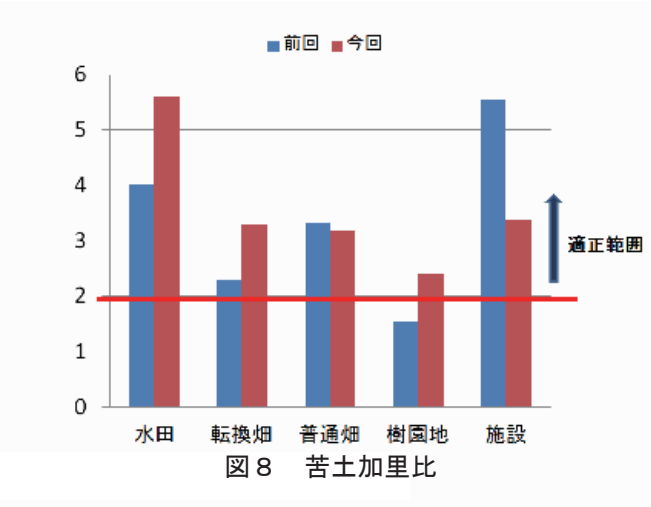


図8 苦土加里比

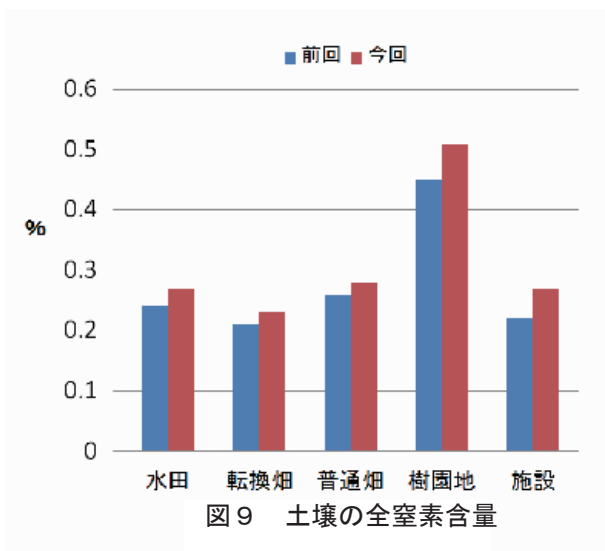


図9 土壤の全窒素含量

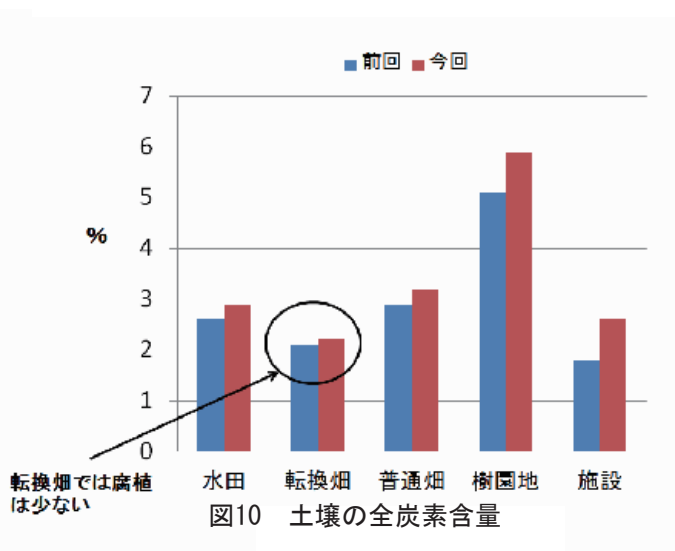


図10 土壤の全炭素含量

(2) 土づくりの現状

定点土壌調査を実施している農家の肥培管理アンケート結果によると、堆肥等有機物を施用している割合は、専業農家では、水田の堆肥施用 5.7%、施用量平均 1 t /10a、麦わら鋤込み 66.0%、畑の堆肥施用 33.3%、施用量平均 2 t /10a、樹園地の堆肥施用 33.3%、施用量平均 0.8 t /10a であった。

第一種兼業農家では、水田の堆肥施用 11.1%、施用量平均 0.8 t /10a、麦わら鋤込み 66.6%、畑の堆肥施用 60.0%、施用量平均 1.7 t /10a、樹園地の堆肥施用 55.6%、施用量平均 1.2 t /10a であった。

第二種兼業農家では、水田の堆肥施用 3.1%、施用量平均 0.1 t /10a、麦わら鋤込み 62.5%、畑の堆肥施用 25.0%、施用量平均 1.6 t /10a、樹園地の堆肥施用 100%、施用量平均 1.2 t /10a であった。

畑や樹園地での有機物施用による土づくりでは、専業農家よりも兼業農家の方が取り組んでいる割合が高いことが伺える。

堆肥の原料や畜種は耕種農家が独自に調整していると思われるものが多く、多様であった。

有機物施用が減少し、大型作業機械による耕耘等の影響により、土壌がち密になり、多くの土壌で下層土の仮比重の値が大きくなる傾向が見られる。

(3) 野菜土壌の養分実態について（全農さいたま土壌診断実績から）

施設及び露地野菜土壌の養分実態について、本県の代表的な施設きゅうり及びブロッコリーの土壌診断結果を基に整理した。

ア きゅうり（施設栽培 1,733点）

(ア) 酸度（pH）

改良目標値はpH6.0～6.5で、適正範囲内のほ場分布は約30%である。

酸度の低いほ場割合は45%弱、高い割合も20%強である。

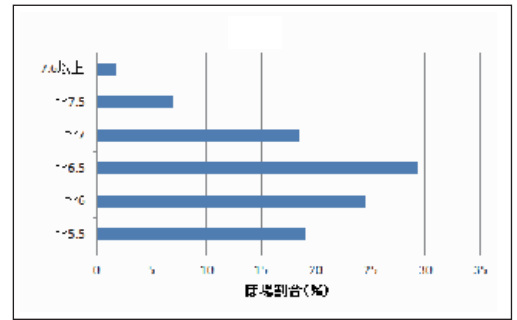


図11 きゅうり施設土壌のpH

(イ) 塩基類

土壌の陽イオン交換容量により、塩基飽和度の目標値は幅を持つが、飽和度90%を越える土壌は40%強となっており、塩基類の集積が見られる。

交換性カリ含量は80mg/100g(CEC30me時の上限)を越えるほ場が約30%あり、基準値を越す部分を肥料成分として換算し、減肥するようにする。

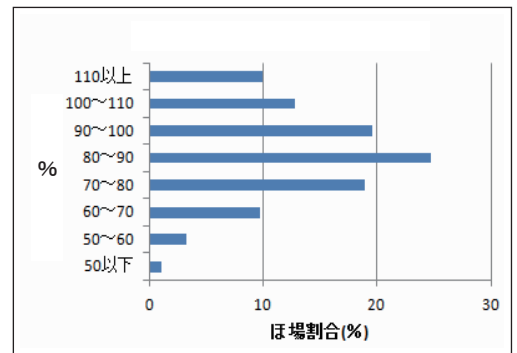


図12 きゅうり施設土壌の塩基飽和度

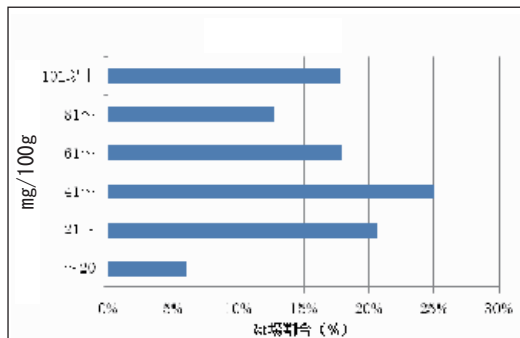


図13 きゅうり施設土壌のカリ含量

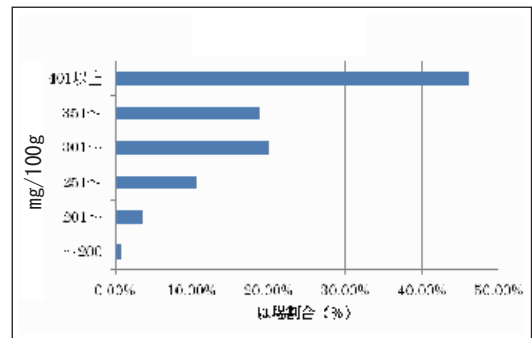


図14 きゅうり施設土壌の石灰含量

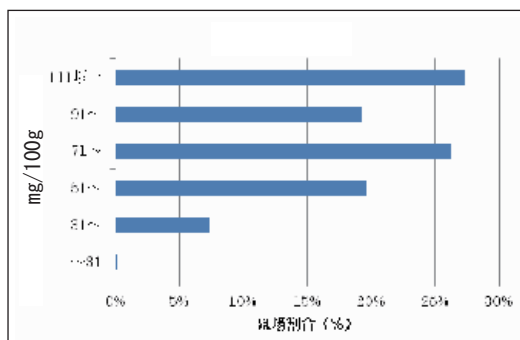


図15 きゅうり施設土壌の苦土含量

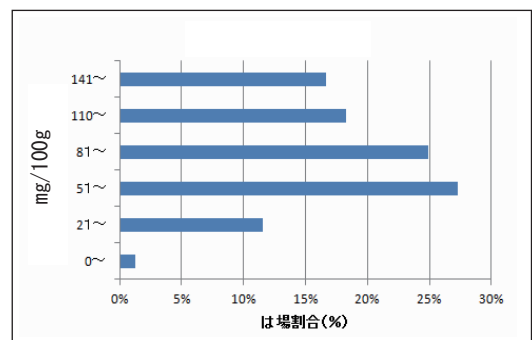


図16 きゅうり施設土壌の有効態リン酸

(ウ) 有効態リン酸

有効態リン酸は20mg/100g以上のほ場がほとんどであり、改良目標値を越える。

また、110mg/100g(上限値100mg/100g)を越えるほ場割合は約35%であり、リン酸の集積が見られる。

イ ブロッコリー（露地栽培 2,275 点）

(ア) 酸度 (pH)

改良目標値は pH6.0~6.5 で、適正範囲内のほ場分布は約 25%である。

酸度の低いほ場割合は 15%弱、高い割合は 55%程度である。

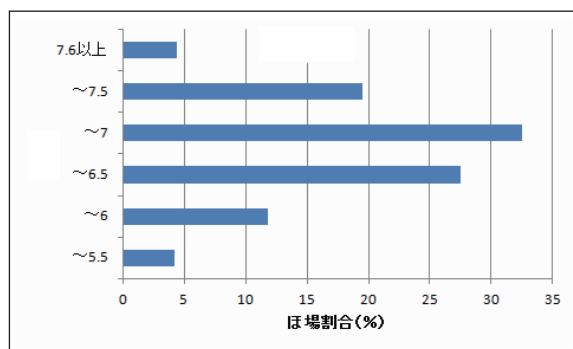


図17 ブロッコリーほ場土壌の pH

(イ) 塩基類

塩基飽和度 90%を越える土壌は約 50%で、塩基類の集積が進んでいる。

交換性カリ含量は 80mg/100g (CEC30me 時の上限)を越えるほ場が 20%強あり、基準値を越す部分を肥料成分として換算し、減肥するようにする。

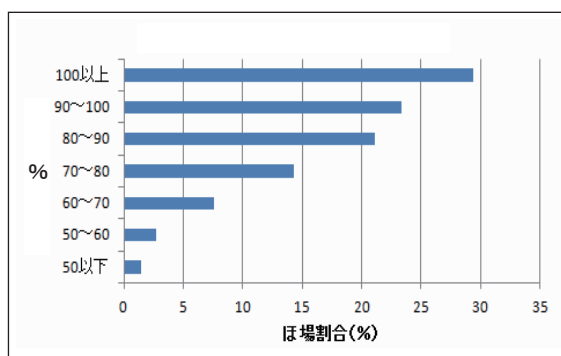


図18 ブロッコリーほ場土壌の塩基飽和度

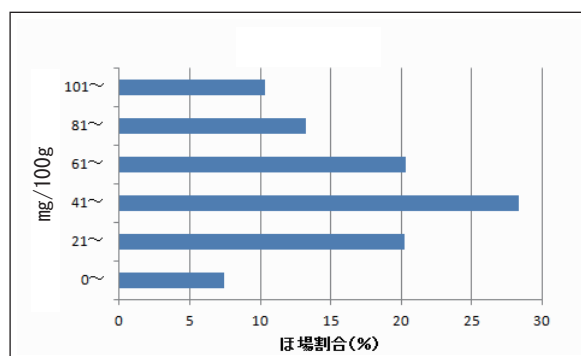


図19 ブロッコリーほ場土壌のカリ含量

(ウ) 有効態リン酸

有効態リン酸が 20 mg/100g 以下でリン酸の改良を進めるほ場割合が約 20%ある。一方、100mg/100g を越えるほ場も認められ、リン酸施用を控えることが必要なほ場もある。

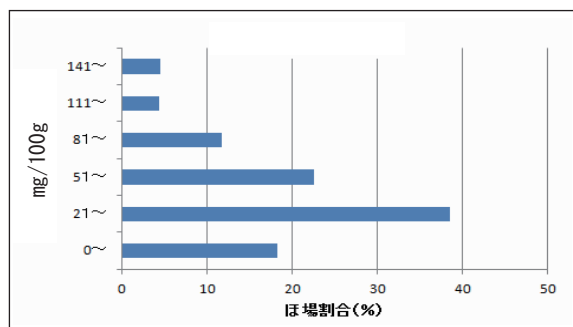


図20 ブロッコリーほ場土壌の有効態リン酸

2 土壌診断に基づく施肥設計

【施肥設計手順の概略】

施肥設計の流れを以下に示す。

施肥基準を確認する。

↓

土壌診断をする。

↓

土壌診断結果を基に減肥等を行い、実際の施肥量を求める。

↓

使用する肥料を選び、3要素の施肥設計量を超えないよう資材の種類と量を決める。その際、有機物は肥効率を加味して施用量を求める。

なお、本書では肥効率について、化学肥料の肥効を100とした相対率をいう（全量に占める植物が利用可能な割合）。

(1) 施肥基準の確認

主要農作物施肥基準を参照し、当該作物の施肥基準量を確認する。その際、堆肥等の有機物を施用する場合は、稲わら堆肥等の地力増進を目的とした資材を除き、堆肥中の有効成分を肥料分として施肥設計にカウントすることを基本とする。

(2) 土壌診断による実際の施肥量の決定

土壌診断を実施し、(1)の施肥基準量と併せて3要素ごとに適正な施肥量を決定する。下記土壌診断基準と照らし合わせ、土壌診断値が適正域にある場合は施肥基準に準じた、施肥量とする。

ア 土壌診断

窒素は硝酸態窒素及びアンモニア態窒素、リン酸はトルオーグ抽出液による有効態リン酸、カリは1M酢酸アンモニウム液（pH7）抽出による交換性カリを測定する。同時に、交換性石灰、交換性苦土及び陽イオン交換容量を測定し塩基飽和度及びカリの飽和度を算出する。

なお、陽イオン交換容量の測定が困難な場合、土壌タイプによって陽イオン交換容量値は比較的収束する傾向があるので、表1の土壌タイプ（土壌統）の平均値を参考に推定してもよい。対象土壌タイプを知るには、埼玉県デジタル土壌図を活用することが利便である。

参考として、神奈川県の土壌診断システムで提唱されている式を用いての陽イオン交換容量簡易推定法を紹介する（但し、式の係数の本県土壌に対する適合性は検証していないので注意されたい）。

$$\begin{aligned} \text{pH} &= 0.035 \times \text{塩基飽和度} - 0.5 \times \text{EC} + 3.5 \text{ の関係があることから、} \\ \text{CEC} &= 0.035 \times 100 \times (\text{CaOmg}/28.04 + \text{MgOmg}/20.15 + \text{K}_2\text{Omg}/47.1) / \\ & (\text{pH} + 0.5 \times \text{EC mS/cm} - 3.5) \end{aligned}$$

表1 埼玉県耕地土壌のタイプ別CEC、リン酸吸収係数、仮比重

土壌統	土壌群	土壌統群	CEC (me/100g)	P205 吸収係数	仮比重	調査名
久米川統	黒ボク土	厚層多腐植質黒ボク土	27.30	2163.00	0.75	地力保全基本調査
赤井統	黒ボク土	厚層腐植質黒ボク土	26.10	1826.00	0.88	地力保全基本調査
野々村統	黒ボク土	表層多腐植質黒ボク土	30.00	2155.00	0.68	地力保全基本調査
鯉淵統	黒ボク土	表層多腐植質黒ボク土	47.83	2211.96	0.52	環境基礎調査
米神統	黒ボク土	表層腐植質黒ボク土	29.05	1831.67	0.67	環境基礎調査
大里統	黒ボク土	表層腐植質黒ボク土	33.35	1973.94	0.70	環境基礎調査
船川統	黒ボク土	表層腐植質黒ボク土	18.60	694.00	1.15	地力保全基本調査
丸山統	黒ボク土	淡色黒ボク土	18.92	727.13	1.02	環境基礎調査
大河内統	黒ボク土	淡色黒ボク土	24.32	1123.71	0.87	環境基礎調査
仙田統	黒ボク土	淡色黒ボク土	23.16	1021.73	0.91	環境基礎調査
田子の須統	黒ボク土	淡色黒ボク土	14.62	445.83	1.16	環境基礎調査
上野統	黒ボク土	淡色黒ボク土	16.50	889.00	1.15	地力保全基本調査
西大久保統	多湿黒ボク土	厚層多腐植質多湿黒ボク土	36.60	1995.00	0.28	地力保全基本調査
千町無田統	多湿黒ボク土	表層多腐植質多湿黒ボク土	33.15	1493.38	0.63	環境基礎調査
三輪統	多湿黒ボク土	表層腐植質多湿黒ボク土	21.38	1055.38	0.90	環境基礎調査
上尾統	多湿黒ボク土	表層腐植質多湿黒ボク土	30.60	1995.00	0.53	地力保全基本調査
大谷津統	黒ボクグライ土	多腐植質黒ボクグライ土	44.10	2310.00	0.53	地力保全基本調査
半谷統	黒ボクグライ土	腐植質黒ボクグライ土	28.20	1440.00	0.80	地力保全基本調査
八木橋統	黒ボクグライ土	腐植質黒ボクグライ土	25.70	1525.00		地力保全基本調査
貝原統	褐色森林土	細粒褐色森林土	18.00	892.00	1.18	地力保全基本調査
上統	褐色森林土	細粒褐色森林土	22.70	659.00	1.34	地力保全基本調査
寺の尾統	褐色森林土	細粒褐色森林土	14.70	707.00	1.10	地力保全基本調査
吉原統	褐色森林土	細粒褐色森林土	24.90	1450.00		地力保全基本調査
笠山統	褐色森林土	細粒褐色森林土	17.37	676.00	1.24	環境基礎調査
黒崎統	褐色森林土	細粒褐色森林土	19.80	885.00	1.29	地力保全基本調査
裏谷統	褐色森林土	中粗粒褐色森林土	21.40	1130.00	1.10	地力保全基本調査
石浜統	褐色森林土	礫質褐色森林土	14.00	685.00	0.95	地力保全基本調査
五社統	褐色森林土	礫質褐色森林土	21.80	913.00	1.16	地力保全基本調査
前川統	褐色森林土	礫質褐色森林土	20.05	628.50	1.18	環境基礎調査
泉南統	褐色森林土	礫質褐色森林土	23.00	841.00	1.22	地力保全基本調査
岩屋統	褐色森林土	礫質褐色森林土	21.90	614.00	1.12	地力保全基本調査
千原統	褐色森林土	礫質褐色森林土	25.10	960.00	1.23	地力保全基本調査
小向統	灰色台地土	細粒灰色台地土	13.90	368.00	1.25	地力保全基本調査
江迎統	灰色台地土	細粒灰色台地土	23.49	1056.25	1.16	環境基礎調査
長田統	灰色台地土	礫質灰色台地土	14.60	600.00	0.98	地力保全基本調査
塩田統	灰色台地土	礫質灰色台地土	19.70	307.00	1.35	地力保全基本調査
櫛下統	褐色低地土	細粒褐色低地土斑紋なし	13.80	750.00	1.08	地力保全基本調査
新戒統	褐色低地土	細粒褐色低地土斑紋なし	16.84	621.21	1.13	環境基礎調査
飯島統	褐色低地土	中粗粒褐色低地土斑紋なし	8.60	636.00	1.22	地力保全基本調査
二条統	褐色低地土	礫質褐色低地土斑紋なし	20.90	778.66	1.13	環境基礎調査
外城統	褐色低地土	礫質褐色低地土斑紋なし	14.10	751.00	1.29	地力保全基本調査
中島統	褐色低地土	細粒褐色低地土斑紋あり	21.25	712.38	1.04	環境基礎調査
常万統	褐色低地土	細粒褐色低地土斑紋あり	20.72	768.27	1.03	環境基礎調査
長崎統	褐色低地土	中粗粒褐色低地土	10.10	1162.00	1.45	地力保全基本調査
東和統	灰色低地土	細粒灰色低地土灰色系	20.06	909.25	1.18	環境基礎調査
四倉統	灰色低地土	細粒灰色低地土灰色系	20.51	892.00	1.03	環境基礎調査
宝田統	灰色低地土	細粒灰色低地土灰色系	16.88	729.19	1.11	環境基礎調査
豊中統	灰色低地土	中粗粒灰色低地土灰色系	16.30	912.00	1.24	地力保全基本調査
久世田統	灰色低地土	礫質灰色低地土灰色系	15.98	833.94	1.03	環境基礎調査
国領統	灰色低地土	礫質灰色低地土灰色系	13.10	708.00	1.00	地力保全基本調査
多々良統	灰色低地土	細粒灰色低地土灰褐色系	17.10	1188.00	1.04	地力保全基本調査
赤池統	灰色低地土	礫質灰色低地土灰褐色系	23.90	1171.00	0.80	地力保全基本調査
栢山統	灰色低地土	礫質灰色低地土灰褐色系	16.80	907.00	1.15	地力保全基本調査
野市統	灰色低地土	灰色低地土下層黒ボク	24.85	1195.94	0.94	環境基礎調査
泉崎統	灰色低地土	灰色低地土下層有機質	23.75	1191.69	0.93	環境基礎調査
登戸統	灰色低地土	灰色低地土斑紋なし	21.82	795.38	0.98	環境基礎調査
田川統	グライ土	細粒強グライ土	22.82	1176.56	0.93	環境基礎調査
東浦統	グライ土	細粒強グライ土	21.33	1089.38	0.94	環境基礎調査
琴浜統	グライ土	中粗粒強グライ土	16.40	724.00	0.95	地力保全基本調査
幡野統	グライ土	細粒グライ土	23.02	1027.07	1.00	環境基礎調査
浅津統	グライ土	細粒グライ土	20.11	890.25	0.92	環境基礎調査
八幡統	グライ土	中粗粒グライ土	13.00	863.00		地力保全基本調査
米里統	グライ土	グライ土下層有機質	23.70	1121.45	0.93	環境基礎調査
榎山統	グライ土	グライ土下層有機質	18.00	909.00	0.77	地力保全基本調査
太平統	グライ土	グライ土下層有機質	22.50	883.00	0.10	地力保全基本調査
田貝統	黒泥土	黒泥土	23.30	887.00	0.89	地力保全基本調査
井川統	黒泥土	黒泥土	33.80	1825.00	0.60	地力保全基本調査
三方江統	黒泥土	黒泥土	24.36	1161.25	0.95	環境基礎調査
岩沼統	泥炭土	泥炭土	26.17	984.91	0.89	環境基礎調査

イ 土壌診断値による減肥等の診断方法

表3及び4に、土壌診断基準及び陽イオン交換容量別の適正塩基（含量及びバランス）を示す。

窒素

土壌中の無機態窒素（硝酸態窒素＋アンモニア態窒素）が3mg/100g以上を肥料成分としてカウントする。作土深、仮比重（実測するか表1より土壌タイプで類推）から面積当たりの窒素量に換算する。

診断例：宝田統（細粒灰色低地土）作土深15cmで、無機態窒素が5mg/100g。

$$\begin{aligned} \text{面積当たりの無機態窒素量} &= (\text{窒素量} - \text{初期値}) \times \text{作土深} \times \text{仮比重} \\ &= (5 - 3) \times 1.5 \times 1.1 = 2.2 \text{ (kg/10a)} \end{aligned}$$

を施肥基準から減じ施肥量とする。

リン酸

土壌診断による有効態リン酸の含量に応じて以下のように施肥量を決定する。

80mg/100g未満	施肥基準量を施用する。
80～100mg/100g	施肥基準のリン酸から20%減肥
100～200mg/100g	〃 40%減肥
200～300mg/100g	〃 60%減肥
300mg/100g以上	リン酸は施用しない。

診断例：リン酸施肥基準が18kg/10aのスイートコーンのほ場の有効態リン酸が150mg/100gであった。

→40%減肥とし、 $18 \times 0.6 = 10.8$ (kg/10a)のリン酸施肥とする。

カリ

表4の陽イオン交換容量別土壌適正塩基の上限値を参照し、基準値の上限+10mg以上は肥料成分として換算する。

基準値下限-5mg以下肥料成分を増肥する。但し、苦土及び石灰の塩基バランスが基準内に入るよう、苦土及び石灰の施用量も同時に診断する（その他の塩基に後述）。

診断例：陽イオン交換容量16me/100gの褐色低地土（新戒統）の交換性カリが50mg/100gあった。ここでカリ施肥基準が18kg/10aのこまつなを作る場合のカリ施用量を求める。

上記土壌の適正カリ上限値は表4により34mgなので、

$$\begin{aligned} \text{カリ施用量} &= \text{カリ施肥基準} - (\text{カリ土壌分析値} - (\text{上限値} + 10)) \\ &= 18 - (50 - (34 + 10)) = 18 - 6 = 12 \text{ kg/10a} \end{aligned}$$

カリ施肥量を12kg/10aとする。

その他の塩基

カリの施用量を設定した上で、適正塩基飽和度の表より飽和度が目標となるよう、苦土及び石灰量を決定する。

診断例：カリの診断例と同じ場合を例に、陽イオン交換容量16me/100g、作土深15cm、仮比重1.1の新戒統で土壌診断した結果、石灰220mg/100g、苦土30mg/100g、加里50mg/100gであり、こまつなを栽培しようとする。

カリは上記のカリ診断例のように6kg/10a減肥し12kg/10a施用する。塩基飽和度がこの土壌の下限值～上限値である70%～90%に収まりかつ、塩基バランスをできる限り適正域になるようにしたい。ここでは苦土石灰（石灰40%苦土15%）で土壌矯正した場合の、その施用量と改善後の土壌推定値を表2に示す。

表2 苦土石灰施用量と施用後の土壌推定値

苦土石灰 施用量 kg/10a	施用後の土壌推定値					
	CaO mg/100g	MgO mg/100g	K ₂ O mg/100g	塩基飽和度 %	Ca/Mg	Mg/K
0 現状	220	30	57	65	5.3	1.4
60	234	35	57	70	4.75	1.45
300	292	57	57	90	3.67	2.33

苦土石灰60kg/10a施用すると塩基飽和度の下限値に達するが塩基バランスのMg/K適正域(2.75～9.20、表4より)から著しく低い。そこで塩基飽和度上限の90%に相当する300kg/10aを施用すると、Mg/Kバランスは適正域まで行かないがかなり改善される。

腐植

可能であれば土壌の腐植（土壌炭素×1.72）量を測定し、目標値以下であれば、堆肥等の有機物を積極的に施用する（表3）。ただし、家畜ふん堆肥等は、施用分を肥料として勘案するのは言うまでも無い。

表3 土壤診断基準（概略）

土壤の性質	水田		普通畑		樹園地	
	灰色低地土 グライ土 褐色低地土 灰色台地土 グライ台地土	多湿黒ボク土 泥炭土 黒泥土 黒ボクグライ土	褐色森林土 褐色低地土 灰色低地土 灰色台地土	黒ボク土 多湿黒ボク土	褐色森林土 褐色低地土 灰色低地土 灰色台地土	黒ボク土 多湿黒ボク土
作土の厚さ	15cm以上		25cm以上		—	
主要根域群の厚さ	—		—		40cm以上	
根域の厚さ	—		—		60cm以上	
すき床層のち密度	14～24mm		—		—	
主要根域群の最大ち密度	24mm以下		22mm以下		22mm以下	
主要根域群の粗孔隙量	—		10%以上		10%以上	
主要根域群の易 有効水分保持能	—		20mm/40cm以上		30mm/60cm以上	
日減水深	20～30mm		—		—	
pH(H ₂ O)	6.0～6.5		6.0～6.5		5.5～6.5 (茶園4.0～5.5)	
陽イオン交換容量	12me以上	15me以上	12me以上	15me以上	12me以上	15me以上
塩基飽和度 %	63～110		63～110		53～100 (茶園 31～73)	
石灰飽和度 %	46～86		46～86		39～79 (茶園 22～54)	
苦土飽和度 %	12～21		12～21		11～19 (茶園 7～15)	
カリ飽和度 %	1.6～5.8		1.6～5.8		1.6～5.1 (茶園 1.3～4.2)	
有効態-P ₂ O ₅	10mg以上		10～75mg	10～100mg	10～30mg	
有効態-SiO ₂	15mg以上		—		—	
可給態窒素含有量	8～20mg		5mg以上		—	
土壤有機物含有量	2%以上	—	3%以上	—	2%以上	—
遊離酸化鉄含有量	0.8%以上		—		—	
電気伝導度	0.2mS以下		0.2mS以下		—	

表4 陽イオン交換容量別の土壌の適正塩基基準

水田、畑						
C E C	C a O mg	M g O mg	K 2 O mg	塩基飽和度 %	Ca/Mg比	Mg/K比
10me	210～240	25～43	15～20	90～110	3.51～6.90	2.92～6.70
15	230～290	40～59	15～34	70～93	2.80～5.21	2.75～9.20
20	280～350	56～75	20～51	66～86	2.68～4.49	2.57～8.77
25	340～410	71～91	25～68	65～82	2.68～4.15	2.44～8.51
30	400～470	87～106	30～80	64～79	2.71～3.88	2.54～8.26
35	460～540	103～122	30～80	63～77	2.71～3.77	3.01～9.51
40	520～600	119～138	30～80	63～75	2.71～3.62	3.48～10.8
樹園地						
C E C	C a O	M g O	K 2 O	塩基飽和度	Ca/Mg比	Mg/K比
10me	190～220	23～39	15～20	82～100	3.50～6.87	2.68～6.08
15	200～260	34～53	15～31	61～84	2.71～5.50	2.56～8.26
20	240～310	47～66	20～45	57～76	2.61～4.74	2.44～7.72
25	290～360	61～80	25～60	56～72	2.60～4.24	2.38～7.48
30	340～410	74～93	30～70	55～69	2.63～3.98	2.47～7.25
35	390～470	88～106	30～70	54～67	2.64～3.84	2.94～8.26
40	440～520	101～120	30～70	53～65	2.63～3.70	3.37～9.35
茶						
C E C	C a O	M g O	K 2 O	塩基飽和度	Ca/Mg比	Mg/K比
10me	120～150	20～30	15～20	56～73	2.87～5.39	2.34～4.68
15	130～170	20～34	15～20	40～54	2.75～6.11	2.34～5.30
20	140～200	27～42	15～29	33～49	2.40～5.32	2.18～6.55
25	170～230	35～50	20～37	33～46	2.44～4.72	2.21～5.85
30	190～250	42～57	25～42	31～42	2.40～4.28	2.34～5.33
35	220～280	50～65	25～42	31～40	2.43～4.02	2.78～6.08
40	250～310	57～72	25～42	31～39	2.50～3.91	3.17～6.74

(3) 肥料の選択と施肥設計の実際

施肥基準と土壌診断により施用する肥料養分の施用量が決定したら、用いる肥料を選定し施肥設計を行う。

ア 化学肥料の場合は、3要素が各々設計した分量になるよう調節する。

イ 家畜ふん等、有機物を用いる場合。

生ごみ堆肥等を除き一般的に家畜ふん堆肥は窒素成分よりリン酸、カリ分が多い。また3要素特に窒素は堆肥により肥効率が異なる。第4章の「優良堆肥の使用」を参照し、使う堆肥中の3要素の肥効率を求める。

堆肥を有効的に使用するためには、リン酸、カリの投入量を踏まえつつ施用上限量を決定することである。

堆肥中のリン酸及びカリ有効成分量（全成分量×肥効率）について、一般的な化学肥料ではク溶性画分（2%クエン酸可溶）及び水溶性画分を以て有効態成分（植物が吸収可能な成分）としている。これに関し、県内生産堆肥中のリン及びカリのク溶性画分調査結果を示す。

表5 各種堆肥の肥効率 (%)

堆肥の種類		窒素	リン酸	カリ
堆肥	牛ふん	20	60	90
	豚ふん	40	60	90
	鶏ふん	50	70	90
おが屑混合堆肥	牛ふん	10	50	90
	豚ふん	20	50	90
	鶏ふん	25	60	90
生ごみ堆肥		30～50	80	90

表6 調査有機質資材の全リンとク溶性リンの調査例

種類	原料	標本数	全リン酸 %	ク溶性リン酸 %	ク溶率 %
たい肥	牛ふん	13	2.41	2.03	81.8
	鶏ふん	8	6.05	5.35	86.8
	豚ふん	3	6.48	5.56	83.0
	馬ふん	1	1.98	2.34	118.2
	食品残渣	6	1.81	1.64	92.5
	食品残渣+牛ふん	1	1.64	1.61	98.5
	鶏豚骨+茶殻	3	17.77	11.40	65.3
	落ち葉	1	0.42	0.14	33.7
	剪定枝	4	1.76	1.13	38.0
有機質肥	米ぬか	1	7.68	0.59	7.7
	乾燥菌体	2	10.19	1.68	20.6
	魚節煮かす	1	3.35	3.89	116.2
	合計	44	4.68	3.32	75.6

表7 調査有機質資材の全カリとク溶性カリの関係の調査例

種類	原料	標本数	全カリ %	ク溶性カリ %	ク溶率 %
たい肥	牛ふん	13	3.16	2.96	94.9
	鶏ふん	8	3.64	3.18	88.8
	豚ふん	3	3.08	2.91	94.1
	馬ふん	1	0.70	0.86	122.3
	食品残渣	6	1.48	1.54	102.7
	食品残渣+牛ふん	1	1.27	1.61	91.8
	鶏豚骨+茶殻	3	0.48	0.41	85.7
	落ち葉	1	0.18	0.15	82.0
	剪定枝	4	0.32	0.45	—
有機質肥	米ぬか	1	2.99	2.80	93.5
	乾燥菌体	2	0.15	0.26	—
	魚節煮かす	1	—	0.98	—
	合計	44	2.34	2.08	88.7

家畜ふん堆肥は、概ねリン酸は80%、カリは90%~100%がク溶性及び水溶画分である。リン酸のク溶率（全成分に占めるク溶性画分の割合）は資材により差があることに注意する。

ク溶性画分は、試料を2%クエン酸で30℃で1時間抽出することで得られる。得られたリン酸及びカリを定法で測定すれば有効態の画分を直接推定できる。

参考に窒素の有効な成分量の推定は、比較的即効なものであれば以下の方法で推定することができる。試料を0.5M塩酸で抽出し、抽出液中のアンモニア態窒素を測定する。

(4) 堆肥施用による具体的な施肥設計の事例（飼料作物を例に）

ア 使用する堆肥の有効態含量（全成分×肥効率、植物が利用可能な成分）を把握する。第4章の優良な堆肥の項を参照。

ここでは、牛ふん堆肥を使うこととする。

イ 対象作物の施肥基準を確認する。

また、(2)で述べたように、土壌診断を行い減肥基準に従い実際に施用する施肥量を決定する（ここでは土壌診断による減肥を割愛する）。

表 8 飼料作物の施肥基準の例

	窒素施肥量 (kg/10a)	リン酸施肥量 (kg/10a)	カリ施肥量 (kg/10a)
飼料作物	20	18	20

ウ 実際に使う堆肥の全成分を確認する。平成12年の肥料取締法改正により、流通する全ての堆肥には窒素、リン酸、カリ、炭素率の表示が義務づけられている。

これらア、イ、ウの値から、堆肥施用量による各3要素の有効成分の面積当たり投入量を試算する。

表 9 牛ふん堆肥を例に取った施用量と有効成分投入量の試算例

牛ふん					
	施用量kg/10a	窒素	リン酸	カリ	水分
乾物全成分 %		2.1	2.1	2.2	0
現物全成分 %		1.1	1.1	1.1	50
肥効率 %		20.0	60.0	90.0	
有効成分 %		0.2	0.6	1.0	
有効成分 kg/10a	1000	2.1	6.3	9.9	
〃	2000	4.2	12.6	19.8	
〃	3000	6.3	18.9	29.7	
〃	4000	8.4	25.2	39.6	

この堆肥を2,000kg/10a投入すると、カリ有効成分量が施肥基準20kg/10aに達するので、2,000kgがこの堆肥の10a当たりの上限施用量となる。

この量を施用した場合、有効態の窒素は4.2kg/10a投入されるので、施肥基準20kg－4.2kg＝15.8kg/10aを別の肥料で投入する。同様にリン酸は12.6kg/10a投入されるので施肥基準18kg－12.6kg＝5.4kg/10aのリン酸を別の肥料で施用する。

この例では、カリが堆肥施用上限因子であるが、用いる堆肥の成分および肥効率により施肥基準量に達する成分を以て施用上限因子を設定する。

また、第4章の優良堆肥の使用で述べるように、作物や土壌の乾湿により上限因子の施肥代替率（堆肥から供給される有効成分の施肥基準量に占める割合）を調節する。

3 施肥技術

(1) 有機質肥料の施用技術

稲わら、家畜ふん堆肥、米ぬか、大豆かすや市販の混合有機質肥料等、多くの有機質資材が、土壌の物理性、化学性、生物性の改善や作物への養分供給等の目的で使用されており、有機質肥料は作物生産の上で欠かせないものとなっている。

一方で、それらの有機質肥料の施用方法を誤ると、作物への障害を起こす恐れがあるため、有機質肥料の特徴を把握して、対象の土壌や作物にあった施用を行う必要がある。

ア 有機質肥料施用により期待できる効果

(ア) 土壌物理性改善効果

有機物の施用は、微生物の代謝物や腐植により土壌の団粒形成を促進し、土壌の保水性、透水性、通気性改善等の物理性改善効果が期待できる。

(イ) 土壌の保肥力や緩衝能の増大効果

腐植物質の増加により土壌中の塩基などの保肥力を高めるとともに、土壌中の有機物含量の増加により緩衝能が増大し、pHやEC等の急激な変化が抑えられ、酸性化や多肥による濃度障害が起こりにくくなる効果が期待できる。

(ウ) 土壌病害軽減効果

有機物の施用は、土壌微生物の多様化による特定の病原菌のまん延抑制や、土壌物理性改善等による作物生育の促進などから、作物の土壌病害を軽減する効果が期待できる。

(エ) 養分供給効果

有機質肥料には窒素、リン酸、カリのほか各種の微量元素も含まれるため、養分供給効果があり、化学肥料の代替効果も期待できる。

イ 有機質肥料施用における主な注意点

(ア) 未熟な有機物施用による障害

C/N比（炭素率）の高い有機物では、施用後、有機物の分解の過程で微生物が急激に増加し、土壌中の窒素を取り込むことから、作物は窒素飢餓を起こし、障害を受ける恐れがある。このため、石灰窒素や家畜ふんなどの窒素源を加え堆肥化し、C/N比を下げた後は場へ施用することや、施用後一定期間あけてから作付する等、作物への障害を回避させるようにする。また、C/N比の低い有機物でも、堆肥化を行っていないものでは、施用後、土壌中で有機態窒素の無機化が急激に起こり土壌中のアンモニアガスや亜硝酸ガスなどの発生によって作物に障害を起こす可能性がある。このような場合には有機物施用後一定期間あけてから作付するようにする。

(イ) 肥料成分の把握と過剰施用

有機質肥料は、その種類により含まれる肥料成分が大きく異なるので、有機質肥料中の成分を把握して施用する。特に家畜ふん堆肥等、肥料成分を多く含みかつ多量に施用する資材では、窒素分のみを考慮した施用では、リン酸、カリ等の過剰施用となる場合があり、土壌中への過剰養分の蓄積や、カリ過剰による土壌の塩基バランスのくずれから作物の生育障害が生じる可能性があるため、有機質肥料中の窒

素のほか、リン酸やカリも考慮した施用が重要である。

ウ 主な有機質肥料の特徴

(ア)わら堆肥：肥料成分は少なく、主に土壌の物理性改善の効果が大きい。わらは C/N 比が高く、分解が遅いため、石灰窒素や家畜のふん尿等の窒素分を加えて堆肥化することが多い。

(イ)畜ふん（牛ふん、豚ふん、鶏ふんなど）堆肥：牛ふん堆肥に比べ、鶏ふん堆肥や豚ふん堆肥の肥効は速い。いずれの畜種の堆肥も pH は 8～9 程度のものが多い。わら堆肥に比べ肥料成分を多く含む。施用にあたっては、堆肥の肥料成分を考慮して施肥設計を行う。未熟なものは作物への障害のほか、ふん等に含まれる雑草種子や病原菌を拡散する可能性があるため十分腐熟したものを使用する。

(ウ)食品残さ堆肥：食品の調理くず、食べ残し、売れ残りを発酵したもの。これらは C/N 比が低く、水分が多く、このままでは発酵しにくいいため、籾殻、木材チップ等の水分調整材や、菌体等の発酵促進材などを使用し発酵、堆肥化させる。一般的に食べ残しの原料は油分や塩分が調理くずに比べ多い。肥料成分は原料や副資材の添加量等により変動するが、窒素に比べてリン酸やカリが低いものが多い。

(エ)動物質の有機質肥料（魚かす、骨粉など）：有機質肥料としては窒素肥効が比較的速く、中でも魚かす類の窒素肥効が速い。カリ成分は低いものが多い。骨粉はリン酸を多く含む。

(オ)植物質の有機質肥料（なたね油かす、米ぬか油かすなど）：動物質の有機質肥料に比べ窒素肥効が遅いものが多い。植物油かすの中では大豆油かすの窒素肥効が速い。

エ 有機質肥料の施用に関する利用マニュアルの活用

県農林総合研究センターでは、有機質肥料の施用に関する利用マニュアルを作成しているので活用されたい。

早期栽培コシヒカリの施肥については、全量有機質肥料（乾燥鶏ふん・大豆粕）栽培では、基肥を乾燥鶏ふんでは化成肥料と窒素成分で同量、大豆粕では 1 kg/10 a の増肥とし、穂肥は乾燥鶏ふんを用いて出穂 30 日前に化成肥料より窒素成分で 1 kg/10 a の増肥した施用で化成肥料と同等の収量が得られる。

二毛作地帯の飼料イネ栽培における牛ふん堆肥施用は、あと作の小麦の収量・品質を向上できるとともに、牛ふん堆肥を連年施用することにより飼料イネの乾物収量が向上する。

こまつな、ほうれんそう栽培における化学肥料の代替を考慮した畜ふん堆肥の施用法として、窒素肥効率を牛ふん堆肥では 10%、豚ふん堆肥では 30～40%、鶏ふん堆肥では 60～70%とし、施肥基準量のカリ成分値までを堆肥で施用し、不足した窒素やリン酸分を化学肥料で追加して施用することで化学肥料と同等の収量が得られるとともに跡地土壌のカリの蓄積が抑えられること等の技術が得られている。

また、食品残さから製造した堆肥を原料として肥料を製造する技術を確立するとともに、その肥料の水稻、露地葉根菜類、花きにおける施用技術を確立し、利用マ

ニュアルを作成している。

有機質肥料は、種類により成分の量やバランス、肥効、土壌改良効果等が異なるので、施用にあたっては、土壌診断等では場の状況を把握するとともに、その土壌や作物の必要に応じた資材の使い分けや適正な施用量を守ることが重要である。

(2) 緩効性肥料の利用による効率的施肥技術

ア 緩効性肥料とは

作物における施肥窒素の利用率は、土壌や作物そして栽培環境などで異なるが 40～60%程度であり、残りの 30～50%は土壌から流亡し、数%は大気へ揮散するといわれる。このように、窒素肥料の利用率が比較的低い要因としては、速効性肥料を使用した基肥重点型の施肥体系であるため、作物が十分に生育する前に施肥窒素が下層に移動し、養分吸収の最盛期に必要な肥料成分が不足する場合がある。

この点を改善する方法として、分施肥技術や緩効性肥料の有効利用が上げられるが、分施肥技術は施肥作業や圃場条件に制約があることから、緩効性肥料の活用が注目されている。

緩効性肥料の施用効果としては、肥料成分の利用率の向上や硝酸態窒素の流亡抑制など、環境負荷低減技術の一手法として利用できるため、その需要も着実に伸びている。

イ 主な緩効性窒素肥料

(ア) I B 窒素 (イソブチルアルデヒド縮合尿素)

この肥料資材は、尿素とイソブチルアルデヒドを硫酸酸性で縮合反応させたもので、我が国で開発された。主に弱い酸などによる加水分解で尿素になるため、微生物による分解はほとんどない。一般に大粒ほど肥効が遅く、細かく粉砕すると尿素とあまり変わらない肥効となる。加水分解後は尿素になり、その後は尿素的分解過程を経て作物に利用される。

(イ) C D U 尿素 (アセトアルデヒド縮合尿素)

C D U はアセトアルデヒドと尿素を縮合させて製造されるもので、分解は2つの経路をたどる。土壌 pH が低い場合、加水分解により側鎖の尿素が分離して無機化される。pH の高い場合は、環状化合物を形成している尿素が微生物によって分解される。なお、C D U にはフザリウムによる「きゅうりのつる割病」や「はくさいの根こぶ病」の抑制効果も報告されている。

(ウ) ウレアホルム窒素 (ホルムアルデヒド加工窒素)

ウレアホルムはホルムアルデヒドに1分子以上の尿素が縮合した総称である。ウレアホルムは尿素とホルムアルデヒドの縮合が進み、分子量が大きくなるほど溶解度と吸収性は低下する。単肥としての使用は少なく、尿素入り化成肥料の原料として吸収性や縮合度の調整などに使用される。

(エ) 被覆窒素肥料 (コーティング肥料)

窒素肥料を主成分とする被覆肥料では、現在市販されているものは尿素を含むものであり、ポリオレフィン系樹脂、アルキド系樹脂そして硫黄系などがある。

溶出率の正確なコントロールはポリオレフィン系樹脂の使用で可能になった。

なお、被覆肥料には窒素成分のみを被覆したものと、窒素・リン酸・カリの三要素を含む被覆複合肥料がある。

緩効性窒素肥料には、上記の他にグアニル尿素やオキサミドなどがあり、いずれも窒素成分の流亡や過剰吸収の抑制などに効果があることから、環境負荷低減型の肥料として注目されている。

ウ 本県における緩効性肥料の活用事例

露地野菜地帯では産地形成に伴い多くの肥料資材を連用した結果、特定養分の集積や塩基バランスの崩れが報告されており、要素間のアンバランスや植物体の代謝異常に起因する生理障害も認められている。このような現状を回避する方法として、土壌診断を実施した上で緩効性肥料などを活用し、不必要な肥料成分の過剰投入を控える施肥管理が一部の地域で実施されている。

ここでは、本県の主要作物であるねぎとブロッコリーを対象に、生産現場で実証された緩効性肥料の使用事例を紹介する。

(ア) 秋冬ねぎ栽培における緩効性肥料を利用した全量基肥法

台地上の露地野菜地帯では、地表水や地下水の硝酸態窒素が依然として高い傾向が続いている。そこで、本県の主要作物である秋冬ねぎを対象に、硝酸態窒素の流亡を軽減するための全量基肥及び省力施肥法を組み合わせた施肥法を検討した。

本試験では、深谷市内にあるねぎの栽培ほ場を対象に秋冬ねぎの養分吸収に適した緩効性肥料を約10ha規模で導入し、浅層地下水の硝酸態窒素濃度を継続して調査した。さらに、現地移植苗の変遷に合わせて緩効性肥料の配合を再調整しながら、秋冬ねぎの生育と品質に及ぼす効果を検証した。

ア) 技術内容

○現地ほ場に導入した肥料資材

資材A(被覆尿素140タイプ50%+CDU30%配合:市販品)は秋冬ねぎ大苗用の全量基肥として、セル苗用には資材B1(化成窒素74%+被覆尿素26%:市販品)の分施(2回施肥)専用、そして資材B2(化成窒素15%+140タイプ被覆尿素85%:試作品)は全量基肥用として使用した。

いずれも、施肥窒素量は慣行に比べて10~20%減肥できる(表10)。

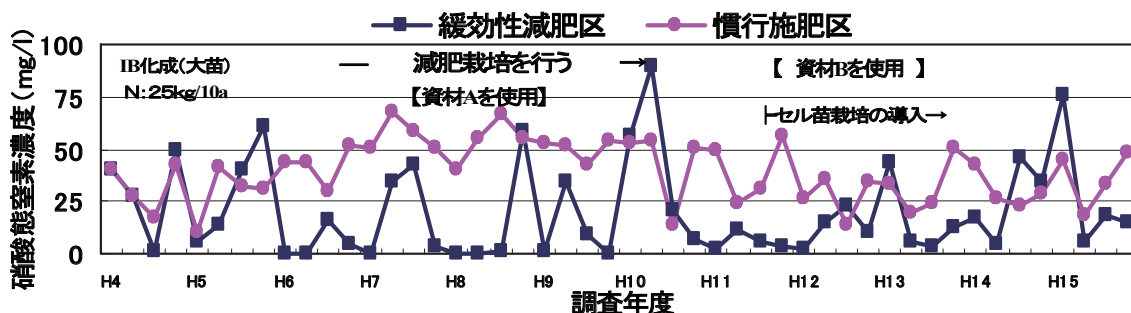
表10 現地に導入したねぎ減肥栽培の施肥設計

資材	施肥量 (Nkg/10a)				合計	肥料の種類と施肥法		
	5/下	6/下	9/下	10/中下		施肥法	成分と導入期間	適用苗
慣行施肥(対照)	7.0	10.0	7.0	24.0	(100)	3回分施・溝施肥	16:16:16	H4年~セル苗
資材A	21.6	-	-	21.6	(90)	全量肥料	18:13:11	H6~13年大苗
資材B1		9.6	9.6	19.2	(80)	2回施肥・溝施肥	10:13:10	H14年~セル苗
資材B2	21.6	-	-	21.6	(90)	全量肥料	14:11:14	H14試作セル苗

注) カッコは慣行施肥に対する減肥割合を示す。

○浅層地下水における硝酸態窒素濃度の経年変化

試験当初の観測井戸の硝酸態窒素濃度は、I B化成区と対照区で明らかな差がなかった。しかし、減肥栽培を始めると、対照区の硝酸態窒素濃度は概ね20~70mg/Lの間で推移するが、緩効性減肥区では、明らかに低下する傾向が認められた(図21)。



注) 緩効性肥料導入区の硝酸態窒素は現地実証圃のほぼ中央にある観測井戸(3m)で測定した。

図21 浅層地下水の硝酸態窒素濃度の経年変化

○秋冬ねぎの生育・収量について

ねぎ大苗用の資材A、セル苗用の資材B1(分施)及び資材B2(全量基肥)区では、生育・収量が慣行施肥区より約10%増加した(表11)。

表11 秋冬ねぎの生育・収量に及ぼす緩効性肥料の施用効果

供試苗	試験区	草丈	軟白長	葉鞘径	全重	収量
		(cm)	(cm)	(mm)	(g/本)	(t/10a)
セル苗	慣行施肥(対照)	95.6	33.3	2.35	221.8	6.10 (100)
	資材B1	95.8	35.8	2.40	244.0	6.71 (110)
	資材B2	104.4	36.1	2.44	247.4	6.80 (112)
大苗	塩化磷安	85.3	25.6	2.40	235.4	5.11 (100)
	資材A	97.3	25.6	2.50	267.6	5.70 (112)

注) 資材B2(化成:被覆窒素140日がN成分比で1:5)は窒素の初期溶出を抑えた全量基肥

○まとめ

本試験では、緩効性肥料を利用しながら10ha規模で地域における施肥窒素由来の環境負荷を軽減させた技術である。秋冬ねぎの養分吸収に合わせた緩効性肥料を使用することで、20%の減肥栽培を行っても収量に差はなく、地下水の硝酸態窒素濃度(現地ほ場に設置した深さ3mの観測井戸)が減少することを実証した。

(イ)リン酸・カリ蓄積ほ場におけるセル内施肥育苗技術

集約的な露地野菜地帯では、産地形成に伴う化学肥料の連用によって、特定養分の集積や塩基バランスの崩れが認められる。埼玉県全域を対象とする土壌モニタリング調査でも、黒ボク土においてリン酸やカリが蓄積する傾向を確認しており、生産現場に蓄積した肥料成分を有効に利用できる施肥技術の開発が求められている。

そこで、本試験ではL字型肥料(窒素成分を主体としリン酸・カリが低いコーティング肥料)を活用し、生産現場に蓄積する過剰なリン酸・カリ成分を軽減しながら、追肥作業を省略できるブロッコリーセル内施肥育苗法を実証した。

ア) 技術内容

○セル苗の育苗法

秋冬ブロッコリーは 144 穴セルトレー(セル規格：直径 35mm, 深さ 50mm, セル容量 25ml) を用いて 20 日間育苗した。セル内に被覆燐硝安肥料(N : P₂O₅ : K₂O=24 : 1 : 1, 100 日シグモイドタイプ)6.6g を市販培土(N : P₂O₅ : K₂O=0.2g : 0.7g : 0.2g/L)と混合して使用した。これは、10a 当たりの N : P₂O₅ : K₂O が 9kg, 0.4kg, 0.4kg に相当し、慣行の 50% 減肥栽培となる(図 22)。



図22 ブロッコリーセル苗全量基肥法 (品種：ピクセル)
左：培養土で育苗，右：全量基肥 50%区

○ブロッコリーのセル苗全量基肥法 (育苗期間)

基肥として窒素成分を主体とする被覆燐硝安を用いた場合、慣行の施肥窒素の 50%相当分をセル内に施用しても、濃度障害は認められず、苗の生育は慣行と同等である。

ブロッコリー苗の根の活性及び根鉢形成は、全量基肥 50% 区が最も優れており、このセル苗は機械定植が可能であった(表 12)。

表12 セル内施肥育苗が定植時のブロッコリー苗に及ぼす影響 (育苗試験)

試験区	窒素減肥率	地上部			地下部			セル苗の根鉢形成
		草丈 (cm)	葉長 (cm)	茎の太さ (mm)	根数 (本/個体)	最長根長 (cm)	根の活性 ($\mu\text{g/g D.W./h}$)	
慣行区	0%	6.8 (100) a	2.0 (100) a	1.28 (100) a	51.0 (100) a	16.6 (100) a	503 (100) c	良好
全量基肥50%区	50%	7.3 (127) ab	2.3 (115) ab	1.37 (127) a	64.7 (127) ab	21.7 (131) a	801 (159) a	良好
全量基肥60%区	40%	8.7 (163) b	2.6 (130) b	1.42 (163) a	83.0 (163) b	21.9 (132) a	597 (119) b	不良

注) 窒素減肥率は生育期間に必要な窒素量に対する割合を示し、根の活性は α ナフチルアミン法で測定した。根鉢形成はセル苗を抜く際、培養土が崩れない状態を良好、崩れる状態を不良とした。異なる英小文字は有意差(P<0.05)あり(Tukey法)。

○肥料の窒素溶出率及びブロッコリーの窒素吸収量

供試した肥料は定植後90日

までに約8割の窒素が溶出する。ブロッコリーの草丈及び窒素吸収量は、中生品種から中晩生品種までいずれも慣行肥料と概ね同等である(図 23)。

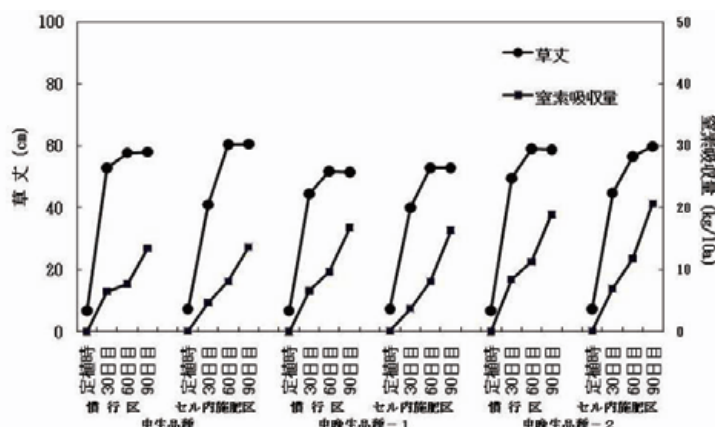


図23 セル苗全量基肥法がブロッコリーの生育と窒素吸収量に及ぼす影響

注) 本試験は、リン酸・カリ含量が地力増進法に基づく適正範囲内の圃場で実施した。

○セル苗全量基肥法がブロッコリーの収量・品質に及ぼす影響

リン酸・カリの蓄積圃場では、ブロッコリーのセル内全量基肥法により、慣行区と同等の生育、収量及び品質が得られる(表 13)。

表13 セル苗全量基肥法がブロッコリーの収量・品質に及ぼす影響

試験区	草丈 (cm)	花蕾径 (cm)	花蕾重 (g)	βカロテン (μg/100g)	ビタミンC (mg/100g)	糖度 (Brix)
慣行区	80.8 (100) a	14.5 (100) a	478 (100) a	608 (100) a	130 (100) a	7.6 (100) a
全量基肥50%区	82.0 (102) a	13.7 (95) a	474 (99) a	615 (101) a	127 (98) a	7.9 (104) a

注) 家畜ふん堆肥の多投入によるリン酸、カリ蓄積圃場(作付け前のリン酸は95mg/100g、カリは73mg/100g)で現地試験を行った。上記の数値は平均値、同一のアルファベット間に有意差(P<0.05)のないことを示す。

○まとめ

本試験は、窒素成分を主体とするコーティング肥料を基肥としてセル内に施肥したもので、リン酸・カリ蓄積圃場(リン酸含有量:95mg/100g、カリ含有量:73mg/100g)における過剰施肥の抑制や追肥作業の省略を実証したものである。このため、本栽培法はリン酸・カリ蓄積圃場での適用が前提であり、導入の際は必ず土壤診断結果を踏まえ、リン酸・カリの別途施用を考慮する必要がある。

ウ 緩効性肥料の有効利用について

本章では作物と栽培環境に配慮した施肥技術の一つとして、緩効性肥料の活用事例を紹介した。

今後、肥料価格の高騰やリン資源の枯渇が懸念されることから、ほ場に蓄積する肥料成分を有効に利用しながら、土壤の養分バランスを改善できる施肥技術が重要になる。

その中で、緩効性肥料を活用した施肥技術をほ場へ定期的に導入することで、過剰蓄積した肥料成分が減少する結果、家畜ふん堆肥などの長期的な農地還元に役立つことも示唆された。

(3) 局所施肥等による効率的施肥法

局所施肥とは、あらかじめ作物の根が分布する位置に肥料を施用し、根の生育に合わせて効率よく肥料成分を吸収させる施肥法である。

全面全層施肥と比べて、①施用された肥料が作物に有効に吸収され、肥料の利用効率、すなわち施肥効率が高まるため、肥料の流出や揮散が少ない環境保全型の施肥技術である。②肥料が効率的に吸収されるため、減肥しても生育・収量・品質が確保できる。③減肥することにより、資源を節約できると同時に、施肥コストを削減できる。④作物の生育ステージに合った最適位置に施肥することにより、生育の制御が容易になるなどの長所がある。しかし、施肥位置が狭い範囲に限定されるため、その付近の根が塩類濃度障害を受けやすいという危険性がある。

局所施肥法には、畝内施肥、条施肥、(植)溝施肥、側条施肥(水稻)、植穴施肥、ポット内施肥、セル内施肥、そして育苗箱施肥(水稻)等がある。後者になるほど施肥範囲が狭く、施肥効率は高まるが、塩類濃度障害の危険性も高まる。

局所施肥を成立させるためには、①作物が肥料成分を最も効率的に吸収できる根域に施肥する。②施肥量は、全面全層施肥に比べて少ない量(一般的に20~30%の減肥が可能)にする。③作物に適切な肥効を持続的に供給でき、かつ根に塩類濃度障害を与えない種類の肥料を選定する必要がある。

最近では、局所施肥法に肥効調節型肥料を組み合わせた施肥技術の研究・開発が

進んでいる（表14）。これは塩類濃度障害の回避を図ろうとするものであり、同時に、肥料溶出のロスが減るため、環境負荷軽減効果が更に高くなる。また、全量基肥栽培等、施肥回数の削減により省力化も図られる。

表14 関東東海北陸農業試験研究推進会議部会で採択された局所施肥に関する研究成果情報(H14～22年)

作物	作型	適用土壌	技術の概要	肥料の種類	効果	分類	年度
小ギク	7,8月咲き露地栽培	—	肥効調節型肥料を用いた条施肥	被覆(リニア)70日:100日=1:2	窒素25～50%減肥	技術・参考	H14
ネギ	秋冬ネギ	埴壌土および砂壌土	肥効調節型肥料を用いた全量基肥施肥	被覆(リニア)70日:100日=1:1	窒素76%が被覆	技術・参考	H14
キャベツ	春まき初夏どり及び夏まき冬どり	—	肥効調節型肥料を用いたセル内基肥施肥	被覆(シグモイド)70日	窒素40%減肥	技術・参考	H14
水稻(コシヒカリ)	—	多湿黒ボク土	肥効調節型肥料を用いた側条・全量基肥施肥	速効性:被覆(シグモイド)100日:被覆(Sシグモイド)100日=1:1	窒素30%減肥	技術・普及	H14
セルリー	—	造成台地土細粒赤色土、細粒灰色低地土	肥効調節型肥料を用いた鉢上げ時施肥	被覆(シグモイド)100日	窒素25%減肥	技術・普及	H14
			肥効調節型肥料を用いた鉢上げ時施肥・条施肥併用	鉢上げ時に被覆(シグモイド)100日:定植時に被覆(リニア)70日=1:1	窒素50%減肥	技術・普及	
セルリー	—	—	肥効調節型肥料を用いたポット施肥	被覆N(Sシグモイド)140日:ようりん:被覆K100日=5.6:5.6:4.2	窒素57～68%減肥	技術・普及	H15
トマト	抑制栽培	造成台地土細粒赤色土、細粒灰色低地土	肥効調節型肥料を用いた鉢内全量施肥	被覆(シグモイド)140日	窒素20%減肥	技術・普及	H16
キャベツ	夏まき秋冬どり	—	肥効調節型肥料を用いた条施肥	窒素成分の50%が50日溶出型のBB肥料	窒素50%減肥	技術・普及	H17
コムギ	不耕起播種栽培	—	肥効調節型肥料を用いた播種同時同条施肥	被覆(シグモイド)30日:40日=1:1(慣行体系に増肥)	収量・品質の安定化	技術・普及	H17
コマツナ・ホウレンソウ	露地周年栽培	黒ボク土	肥効調節型肥料を用いた畦内施肥、3作1回施肥	被覆(リニア)40日:80日:120日=5.2:5.2:4.0	窒素20～30%減肥	技術・普及	H17
ネギ	夏ネギ	—	肥効調節型肥料を用いたチェーンポット内施肥	被覆(シグモイド)100日	窒素38%減肥	技術・普及	H17
			肥効調節型肥料を用いたチェーンポット内全量基肥施肥	被覆(シグモイド)140日	窒素50%減肥	技術・普及	
チンゲンサイ	—	細粒黄色土	肥効調節型肥料を用いた育苗時施肥(ペーパーポット)	被覆(リニア)40日	窒素60%減肥	技術・参考	H17
トマト	抑制栽培	造成台地土細粒赤色土、細粒灰色低地土	肥効調節型肥料を用いた鉢内層状施肥および鉢内全量施肥(混和施肥)	被覆(シグモイド)140日	窒素30～40%減肥	技術・参考	H18
ブロッコリー	夏まき冬どり	表層腐植質黒ボク土	条施肥機の開発	高度化成	窒素40%減肥	技術・普及	H18
ブロッコリー	秋冬作	—	肥効調節型肥料を用いたセル内全量基肥施肥	被覆(シグモイド)100日	窒素50%減肥	技術・参考	H19
セルリー	—	赤色土、灰色低地土	肥効調節型肥料を用いた植穴施肥、全量基肥施肥	被覆(リニア)70日	窒素20～40%減肥	技術・参考	H20
ブロッコリー等露地野菜	—	埴土	平うね内部分施用機(1うね2条)による全量基肥栽培	BB肥料	窒素30～50%減肥	技術・普及	H21
ブロッコリー	秋どり	重粘土	耗うね同時畝立て局所施肥マルチ作業機による省力減肥栽培、全量基肥	速効性:被覆(リニア)30日:被覆(シグモイド)60日=3:0.5:0.5	窒素30～50%減肥	技術・参考	H22
レタス	全面マルチ栽培	—	全面マルチ用うね内部分施用機による省力減肥栽培	高原野菜専用等	窒素30%減肥	技術・参考	H22

局所施肥の主な種類

ア 畝内施肥、マルチ内施肥

畝内施肥は従来の全面全層施肥に対して、畝内のみに施肥する方法である。マルチ内施肥はマルチを張るベッド部分にのみ施肥する方法である。両者とも通路部分の施肥を省くことができる。

イ 条施肥、(植)溝施肥

条施肥は作物を植え付ける畦に沿った位置にすじ状に施肥する方法である。(植)溝施肥は作物をは種または定植する前に溝を掘っておき、その部分に施肥する方法である。

ウ 側条施肥(水稻)

田植機に施肥機を搭載して、田植え作業と同時に苗の株元に基肥を条施用する方法である。肥料はほとんど全部が還元層の中に施用されるため、きわめて利用率の高い施肥法である。

エ 植穴施肥

苗を定植する位置に植え穴を掘り、穴の下層土に基肥を混和する方法である。

オ ポット内施肥

野菜苗の鉢上げ時に、本ぼ生育に必要な肥料全量を育苗培養土に混和する方法である。施肥の省力化が図られる上、根域周辺の狭い範囲に施肥することになるため、大幅な減肥が期待できる。ポット内に多量の肥料を混和することから、塩類濃度障害を回避するために、育苗期間中の肥料溶出をできるだけ抑えたシグモイド型被覆肥料の利用が必要となる。

カ セル内施肥

育苗培養土の中に基肥に相当する肥料を混合してセル成型育苗し、苗に肥料を抱かせたまま定植することによって、本ぼには基肥を施用しない方法である。育苗期間に当たる初期の肥料溶出を最小限に抑えたシグモイド型被覆肥料の利用が不可欠である。

キ 育苗箱全量施肥（水稻）

本田期間中の施肥窒素分をあらかじめ育苗箱内に施用し、移植苗とともに肥料が本田に持ち込まれる施肥方法である。育苗期間中の肥料の溶出を抑えたシグモイド型被覆肥料の利用が不可欠である。

県農林総合研究センターでは、こまつな・ほうれんそう周年栽培において、肥効調節型肥料（リニア型被覆尿素）と畝内施肥（図 24）を組み合わせた3作1回施肥による減肥省力化技術（2005，山崎ら）や、にんじん夏まき栽培において、肥効調節型肥料（シグモイド型被覆尿素）を歩行型施肥同時は種機（試作）で条施肥する減肥省力栽培技術（2006，庄司ら）、ブロッコリー夏まき栽培において、セル内全量基肥施肥（シグモイド型被覆磷硝安）（図 25）による窒素減肥およびリン酸・カリ蓄積ほ場対策技術（2007，鎌田ら）等が開発されている。

局所施肥に対応するため、水稻では側条田植機、野菜類・畑作物用では畝内帯状攪拌施肥機（うね立て同時部分施用機）等が開発され、局所施肥における肥効の安定化や施肥作業の省力化が図られている。

各産地で局所施肥を導入する際には、事前の実証試験等を実施し、産地の土壌・気象条件等に適合するかを十分に検討することが望まれる。



図 24 被覆尿素肥料の畝内施肥作業



図 25 ブロッコリーのセル内全量基肥施肥苗

(4) 栄養診断による効率的施肥法

施肥改善を行うための診断技術として、一般に土壌診断は作物の作付け前に行われ、施肥量や資材の投入量の判断に利用されているが、栽培期間中の診断としては、作物の栄養状態を把握する栄養診断の実用性が高く、しかも生産現場で迅速、簡易に診断できる汁液診断（リアルタイム栄養診断）は、作物の栄養状態を的確に判断し、適正施肥に結びつけていくことが可能な技術である。

汁液診断の実際

ア 作物体の採取法

従来の栄養診断は主に植物体を乾燥、分解する葉分析によって各養分を測定していたが、リアルタイム栄養診断では、栽培時の植物体養分を現場で簡易に測定でき、測定回数も多くできるように、比較的採取し易い植物体の汁液を対象とする。測定部位は葉身と比べると多汁質である葉柄を対象とし、汁液の採取は葉柄を2cm前後に切断して、にんにく搾り器で圧搾または葉柄を乳鉢で磨砕する方法で行う。

葉柄を採取する場合、葉位によって養分濃度が異なるため、葉位の濃度差の影響を少なくし、栄養診断を的確にするために測定葉位を決めておく必要がある。抑制栽培きゅうりを対象に収穫初期から後期における各節本葉の葉柄汁液を測定した結果、下位葉に比べ上位葉は葉柄汁液の硝酸濃度が低く、特に収穫中期以降、その差が大きくなった。栄養診断を行うには前後の葉位に比べ硝酸濃度の差が少ない葉位が適していると考え、測定時期でほぼ同濃度であった14～16節の本葉及び本葉と同濃度であった側枝第1葉をきゅうりの測定部位とした。

イ 汁液の分析方法

リアルタイム栄養診断は栽培期間中に作物の栄養状態を知ることによって、作物の肥培管理をより適切に行うことを目的としている。したがって、測定は簡易、迅速に行い、より早く診断結果が得られることが必要である。測定方法として硝酸濃度を簡易に測定する方法は以前からあったが、測定精度、測定時間の点で十分とはいえなかった。

しかし、現在、硝酸イオン試験紙、小型反射式光度計システム及びコンパクトイオンメータなどが販売され、その実用性が検討され、リアルタイム栄養診断における適用性を明らかにされている。

硝酸イオン試験紙は、測定範囲が0～500ppmではあるが、100ppmを超えると測定誤差が大きくなるので、葉柄汁液をピペットとメスシリンダーを用いて、100ppm以下に蒸留水で希釈する。希釈した汁液に試験紙を1～2秒浸し、1分後にその色調から硝酸濃度を読み取り、希釈倍率を掛けて硝酸濃度を測定する。

また、小型反射式光度計システムは硝酸イオン試験紙と小型反射式光度計がセットになった測定機器で、希釈までの操作は硝酸イオン試験紙と同様で、希釈後の操作方法は、希釈液に浸すと同時に光度計のスタートスイッチを押し、反応時間（硝酸の場合1分）終了5秒前を知らせるアラームが鳴ったら、試験紙をアダプターに差し込むと硝酸濃度がppm単位で表示される。また、試験紙の種類をかえることにより、窒素とともに重要な養分であるリン酸や野菜の品質評価に用いられるビタミン

Cの測定ができる。

コンパクトイオンメータによる測定は汁液をセンサー部分に滴下して測定するもので、希釈する必要はほとんどなく、迅速性では硝酸イオン試験紙や小型反射式光度計よりも優れているが、電極が劣化する可能性があるため、校正液で電極の精度を確認する必要がある。これらの簡易測定法は従来測定法との相関が高く、リアルタイム栄養診断に用いる機器として実用性が高い（図 26）。

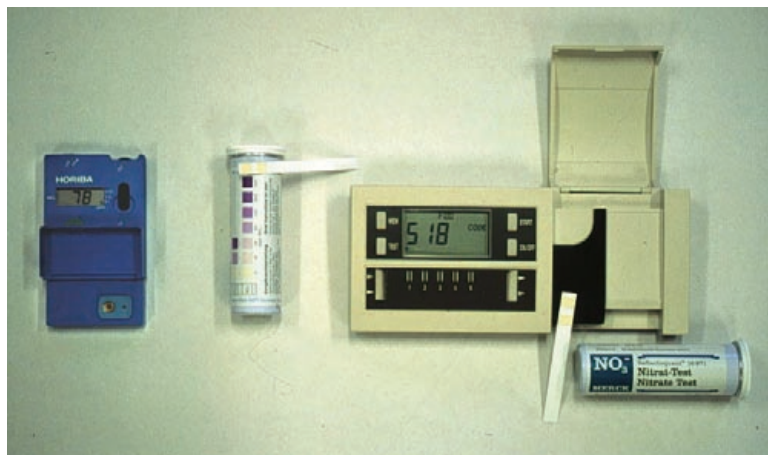


図 26 簡易栄養診断における測定機器

ウ 診断基準値の策定

リアルタイム栄養診断では従来の葉分析とは異なる手法を用いるため、新たに診断基準値の策定が必要である。一般的に作物は、土壌や植物体の養分濃度が高くなると直線的に生育量も多くなるが、土壌及び植物体養分が一定濃度以上となると、生育量は平衡状態に、さらに濃度が高くなると生育量は減少し、無駄な施肥が多くなり、施肥効率は顕著に低下し適正な施肥管理とはいえなくなる。このため、リアルタイム栄養診断では生育収量が漸増又は平衡状態になったときの植物体養分濃度を明らかにすることにより、診断基準値の策定を行った。果菜類の診断基準値は表 15 に示すとおりである。

表15 野菜のリアルタイム栄養液診断基準値

作物	作型	作成県	収穫期間	診断基準 (硝酸イオン濃度、mg/L)
キュウリ	半促成	埼玉	3月下旬～6月下旬	4月上旬：3,500～5,000, 5月上旬：900～1,800, 6月以降：500～1,500
	抑制	埼玉	9月下旬～11月下旬	9月下旬～11月下旬：3,500～5,000
	夏秋雨よけ	宮城	7月下旬～9月下旬	8月上旬：400～500, その後は収穫終了にかけて漸減
ナス	露地	埼玉・岐阜	7月上旬～10月中旬	7月上旬～8月上旬：3,500～5,000, 8月中旬以降：2,500～3,500
	半促成	埼玉	4月上旬～7月上旬	4月上旬～7月上旬：4,000～5,000
イチゴ	促成	埼玉・岐阜	12月下旬～4月下旬	11月上旬：2,500～3,500, 1月上旬：1,500～2,500, 2月上旬以降：1,000～2,000
	促成・6段摘心	愛知	12月中旬～2月上旬	12月中旬～2月上旬：1,500～3,000
トマト	半促成・6段摘心	愛知	5月中旬～7月上旬	5月中旬～7月上旬：1,000～2,000
	長段穫り	三重	11月下旬～5月下旬	11月下旬～2月上旬：5,000～3,000, 2月中旬以降：1,000～2,000
	抑制・7段摘心	茨城	8月中旬～11月中旬	8月中旬～9月上旬：7,500～9,000, 9月中旬以降：5,000～6,000
メロン	促成・12段摘心	埼玉	2月下旬～7月上旬	1月～2月下旬：4,000～5,000, 3月上旬～4月下旬： 2,000～3,500, 5月上旬～6月下旬：500～1,500
	半促成	愛知	7月上旬～中旬	定植時：3,000～4,000, 開花期：2,000～3,000, 果実肥大期：5,000～6,000, 成熟期：2,000～3,000

(5) 土壌診断結果を生かした施肥改善

生産者組織では、主要な農作物について作付け前には、関係機関の協力を得て土壌診断を行い、その結果を基に土壌改良や施肥設計を行っている。

前記きゅうり、ブロッコリーについては、生産者自らが土壌診断の助手として診断を行い、その結果は個々の処方箋として作成し、関係機関が生産者との面談形式で生育状況・生育障害などを確認しながら、施肥設計の相談を進めている。

きゅうりでは、EC値(電気伝導度)から肥料分(塩類)の蓄積度合いを3段階に分けて施肥設計を提案し、相談の上、施肥量を決定している。

また、リン酸の蓄積への対応は、低リン酸肥料の開発・提供による低コスト化を進めている。

ブロッコリーでは、家畜ふん堆肥を使った土づくりが徹底され、肥沃な土壌を形成することができてきている。一部では、リン酸、カリ過剰をきたすほ場も見られる。引き続き、有機質資材や石灰質資材などによる土づくりを進めるとともに、きゅうり同様、低リン酸肥料を活用した施肥体系により、施肥コストの低減、特別栽培農産物の生産などを進めている。

表 16 きゅうり抑制裁培の施肥設計例

単位:kg/10a

EC値 (mS/cm)	有機質肥料Ⅰ (5-6-5)	有機質肥料Ⅱ (5-5-5)	低リン酸肥料 (6-3-6)	成分量			備考
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
0~0.5	200	140		17.0	19.0	17.0	リン酸少ないほ場
	200		120	17.2	15.6	17.2	リン酸多いほ場
0.5~1.0	140	100		12.0	13.4	12.0	リン酸少ないほ場
	140		80	11.8	10.8	11.8	リン酸多いほ場
1.0~1.5	80	60		7.0	7.8	7.0	リン酸少ないほ場
	80		60	7.6	6.6	7.6	リン酸多いほ場

※基肥の窒素は全量有機態窒素で設計。

追肥は、液肥で施用(特別栽培の場合は、化学肥料分に配慮する)

表 17 きゅうり抑制裁培の施肥設計例

単位:kg/10a

EC値 (mS/cm)	有機質肥料Ⅰ (5-6-5)	有機質肥料Ⅱ (5-5-5)	低リン酸肥料 (6-3-6)	成分量			備考
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
0~0.5	360	240		30.0	33.6	30.0	リン酸少ないほ場
	360		200	30.0	27.6	30.0	リン酸多いほ場
0.5~1.0	240	160		20.0	22.4	20.0	リン酸少ないほ場
	240		140	20.4	18.6	20.4	リン酸多いほ場
1.0~1.5	140	100		12.0	13.4	12.0	リン酸少ないほ場
	140		80	11.8	10.8	11.8	リン酸多いほ場

※基肥の窒素は全量有機態窒素で設計。

追肥は、液肥で施用(特別栽培の場合は、化学肥料分に配慮する)

表 18 秋冬ブロッコリー(10月収穫)の施肥設計例 単位:kg/10a

リン酸	リン酸資材 (3-20-0)	有機質肥料 I (10-8-8)	低リン酸肥料 (10-3-6)	成分量			備考
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
40mg以下	40	120		13.2	17.6	9.6	
41~100mg		120		12.0	9.6	9.6	
101mg以上			120	12.0	3.6	7.2	

※牛ふん堆肥または購入堆肥による土づくりをする。
 土壌診断結果により、土壌酸度を矯正する。(以下、同じ)

表 19 秋冬ブロッコリー(11月収穫)の施肥設計例 単位:kg/10a

リン酸	リン酸資材 (3-20-0)	有機質肥料 I (10-8-8)	低リン酸肥料 (10-3-6)	成分量			備考
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
40mg以下	40	140		15.2	19.2	11.2	
41~100mg		140		14.0	11.2	11.2	
101mg以上			140	14.0	4.2	8.4	

表 20 春夏ブロッコリー(2重トンネル)の施肥設計例 単位:kg/10a

リン酸	リン酸資材 (3-20-0)	有機質肥料 I (10-8-8)	低リン酸肥料 (10-3-6)	成分量			備考
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
40mg以下	80	180		18.0	22.4	14.4	
41~100mg		180		18.0	14.4	14.4	
101mg以上			180	18.0	5.4	10.8	

表 21 秋冬ブロッコリー(1重トンネル)の施肥設計例 単位:kg/10a

リン酸	リン酸資材 (3-20-0)	有機質肥料 I (10-8-8)	低リン酸肥料 (10-3-6)	成分量			備考
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
40mg以下	40	140		14.0	19.2	11.2	
41~100mg		140		14.0	11.2	11.2	
101mg以上			140	14.0	4.2	8.4	

4 優良堆肥の使用

(1) 堆肥施用の考え方

彩の国有機100倍運動を進める上で、土づくりのための堆肥施用が大きな位置を占めているが、現状では、家畜ふん堆肥等の有機質資材は、土づくり資材として堆肥に上乘せして施用されている場合がほとんどである。

また、施用量も水分含量に関係なく10a当たり何トンといった基準で施用されるため、実質的な施用量は変動幅の大きいものとなっている。

しかし、近年の家畜ふん堆肥は強制的に乾燥・堆肥化されたものが多くなり、水分調節材の副資材が少なく、家畜ふん主体で肥料成分含量が多く、水分含量も少なくなっていることから、これらの家畜ふん堆肥を従来通りに連年施用や多量施用を行うと、土壤中肥料成分のアンバランスや塩類集積による生理障害及び地下水汚染等の環境への影響が懸念される。

このため、今後、堆肥中の肥料成分も勘案した適正な施肥を進める観点から堆肥中肥料成分で肥料の一部を代替する施用法とすることが重要である。

そのため、堆肥中肥料成分のうち、作物に利用される有効成分を推定する肥効率と肥料の一部を堆肥で補う代替率によって施用量を決定する。

ア 肥効率

堆肥中の肥料成分のうち、カリは水溶性がほとんどであるが、窒素とリン酸はそのほとんどが有機態で存在し、微生物による有機物の分解を経てはじめて作物に利用される形になる。この分解が終息するまでの間に化学肥料と同等な肥効を示す有効成分の比率を肥効率という。

肥効率は、各県や試験研究機関等で提案されているが、家畜ふん堆肥の素材が種々雑多なことから、統一的なものはなく、各県等の事例を参考にして表22のようにとりまとめた。今回対象とする優良堆肥は十分に腐熟しているものとし、かつ、窒素の肥効率は低めに設定した。

表23に家畜ふん堆肥の平均的な成分含量と表22の各成分の肥効率から求めた有効成分含量を示した。有効成分含量は窒素に比べ、リン酸、カリ含量がかなり多くなる。

表22 堆肥の肥効率(%)

堆肥の種類		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
堆肥	牛ふん	20	60	90
	豚ふん	40	60	90
	鶏ふん	50	70	90
おが屑混合堆肥	牛ふん	10	50	90
	豚ふん	20	50	90
	鶏ふん	25	60	90
生ごみ堆肥		30~50	80	90

おが屑混合家畜ふん堆肥とは、おが屑や木屑が容積比で50%前後以上混合されたものである。また、もみがらを多量に混合したものもこれに含める。

イ 堆肥中成分の化学肥料代替率

化学肥料への代替率は窒素成分で牛ふん 30%、豚ふん・鶏ふん 60%が一般的に用いられている。しかし、これらの代替率で、窒素成分を基準にすると、カリ成分が施肥量を上回る場合が多いので、カリ成分が制限因子になる。このため、ここでは、カリを基準として、60～100%の代替率を用いる。

表 23 家畜ふん堆肥の平均的な成分含量と有効成分 (%) *

堆肥の種類		成分含量 (水分50%の現物%)							有効成分 (%)		
		T-C	T-N	C/N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
堆肥	牛ふん	16.7	1.05	16.5	1.03	1.10	1.16	0.50	0.21	0.62	0.99
	豚ふん	17.7	1.43	13.2	2.06	1.12	1.98	0.68	0.57	1.23	1.00
	鶏ふん	14.7	1.45	12.5	2.57	1.34	5.66	0.68	0.72	1.80	1.21
おが屑 混合堆 肥	牛ふん	19.3	0.83	24.6	0.80	0.85	0.96	0.38	0.08	0.40	0.77
	豚ふん	18.3	1.06	19.3	1.69	0.92	1.68	0.54	0.21	0.84	0.83
	鶏ふん	16.9	0.97	19.8	2.05	1.07	4.56	0.48	0.24	1.23	0.96

* : 堆きゅう肥等有機質資材の品質 (1982年 農水省農蚕園芸局農産課) より作成

(2) 家畜ふん堆肥施用量の目安

水分含量 50%の家畜ふん堆肥の作物別施用量の目安を表 24 に示した。

この目安はカリの基肥施肥量の代替率を 60～100%とし、表 23 の家畜ふんの平均的な成分含量と表 22 の肥効率から求めた。

また、水分含量 50%堆肥に対する各水分%の施用量比率は表 25 のとおりで、水分含量が 70%及び 20%の堆肥の施用量は、それぞれ 1.68 倍、0.63 倍となり、現物水分含量 (%) に対応した堆肥施用を行う。

表 24 家畜ふん堆肥の施用量の目安 (水分 50%堆肥/10a)

作物名		家畜ふん堆肥			おが屑混合家畜ふん堆肥*		
		牛ふん	豚ふん	鶏ふん	牛ふん	豚ふん	鶏ふん
水 稲	乾田	0.5t	0.5t	0.4t	0.6t	0.5t	0.5t
	半湿田	0.2t	0.2t	0.2t	0.3t	0.3t	0.2t
一般畑作物		0.6t/作	0.6t/作	0.5t/作	0.8t/作	0.7t/作	0.6t/作
*露地 野菜	少肥型	0.8t/作	0.8t/作	0.6t/作	1.0t/作	0.9t/作	0.8t/作
	中肥型	1.2t/作	1.2t/作	1.0t/作	1.6t/作	1.5t/作	1.3t/作
	多肥型	1.7t/作	1.6t/作	1.4t/作	2.2t/作	2.0t/作	1.7t/作
施設野菜		露地野菜に準ずる					
果樹		0.6～1.2t	0.6～1.2t	0.5～1.0t	0.8～1.6t	0.7～1.5t	0.6～1.3t
飼料作物		1.0～ 2.0t/作	1.0～ 2.0t/作	0.8～ 1.7t/作	1.3～ 2.6t/作	1.2～ 2.4t/作	1.0～ 2.1t/作
花・植木		0.6～ 1.2t/作	0.6～ 1.2t/作	0.5～ 1.0t/作	0.8～ 1.6t/作	0.7～ 1.5t/作	0.6～ 1.3t/作
茶		0.9t	0.9t	0.8t	1.2t	1.1t	0.9t

* : おが屑混合家畜ふん堆肥とは、おが屑や木屑が容積比で 50%前後以上混合されたものである。また、もみがらを多量に混合したものもこれに含める。

** : 露地野菜は基肥施肥量の多少によって分類し、N、K₂O各 10～15kg/10a、20kg/10a 前後、25～30kg/10a をそれぞれ少肥型、中肥型、多肥型とした。

表 25 水分 50%堆肥に対する各水分%の施用量比率

水分 (%)	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20
施用量比率	1.68	1.43	1.25	1.11	1.00	0.91	0.83	0.77	0.71	0.67	0.63

ア 水稲

有機物の分解は土壌条件によって大きく異なり、乾田では、比較的早く、湿田では遅い。湿田では、土壌の異常還元による生育障害発生の恐れがあるので堆肥等の施用はしない。

乾田の堆肥施用量の目安は基肥施肥量が窒素、リン酸、カリの各成分で 5～10kg/10a を対象にカリ肥料の代替率を 60%として作成した。また、有機物の分解が比較的遅い半湿田は乾田の半量とする。堆肥の多量施用は水稲の生育を不安定にするので行わない。

上記の堆肥量を乾田に施用した場合、基肥施肥量の減肥率は、牛ふん堆肥で窒素 10%、リン酸 30%、カリ 60%程度とし、豚ふん堆肥、鶏ふん堆肥は窒素 30%、リン酸、カリを 60%程度とする。また、おが屑混合家畜ふん堆肥では、窒素を家畜ふん主体の堆肥の半量の減肥率とし、リン酸、カリは同等の減肥率とする。また、半湿田においては、それぞれ、乾田の半量の減肥率とする。

イ 一般畑作物

基肥施肥量が窒素、リン酸、カリ各 10kg/10a の作物を対象に 1 作当たりの堆肥施用量をカリ 60%の代替率を基準に設定した。減肥率は水稲に準ずるが、基肥施肥量が 10kg/10a を±30%以上外れる場合は減肥率を増減する。

ウ 露地野菜

露地野菜は基肥施用量の幅が広いので、かぶ、ほうれんそう、さといも、ブロッコリー等の小肥型、キャベツ、レタス、いちご、トマト等の中肥型、なす、きゅうり等の多肥型の 3 段階に、1 作当たりの施用量をカリ 60%の代替率を基準に設定した。基肥の減肥割合は水稲に準ずる。

エ 施設野菜

堆肥施用量は露地野菜に準ずる。施設は閉鎖系であることから、土壌養分が集積しやすいため、過剰施用防止の観点から、この施用量の目安を上限とする。

オ 果樹

基肥施肥量を各成分で 10～20kg/10a を対象として、カリの代替率 60%を基準に堆肥施用量を設定した。施用量の範囲は基肥施肥量に対応する。基肥の減肥割合は水稲に準ずる。

カ 飼料作物

基肥施肥量が各成分で 10～20kg/10a を対象として、また、飼料作物は家畜ふん堆肥の施用場面が多いので、カリの代替率 100%を基準に堆肥施用量を設定した。施用量の範囲は基肥施肥量に対応する。

基肥施肥量は、牛ふん堆肥で窒素 20%、リン酸 50%、カリ 100%程度減肥し、豚ふん堆肥、鶏ふん堆肥は窒素 50%、リン酸、カリを 100%程度減肥する。また、おが屑混合家畜ふん堆肥では、窒素を家畜ふん主体の堆肥の半量の減肥割合とし、

リン酸、カリは同等の減肥割合とする。

キ 花・植木

基肥施肥量を各成分で 10～20kg/10a を対象として、カリの代替率 60%を基準に堆肥施用量を設定した。施用量の範囲は基肥施肥量に対応する。基肥の減肥割合は水稻に準ずる。

ク 茶

秋肥の施肥量を窒素、リン酸、カリ各 18、9、9 kg/10a を対象に、カリの代替率 100%を基準に堆肥施用量を設定した。

堆肥施用時の減肥率は牛ふん堆肥で窒素 10%、リン酸 50%、カリ 100%程度とし、豚ふん堆肥、鶏ふん堆肥は窒素 25%、リン酸、カリを 100%程度とする。また、おが屑混合家畜ふん堆肥では、窒素を家畜ふん主体の堆肥の半量、リン酸、カリは同等の減肥割合とする。

(3) 家畜ふん堆肥施用の留意点

ア 堆肥施用時期は、単年度作物は堆肥の急激な分解による生育障害回避のため、作付け 20～30 日以前に施用し、果樹等の永年作物は果樹の着色に影響のない秋肥と同時期に施用する。

イ 鶏ふん堆肥は石灰含量が多いので pH の高いほ場では施用を控える。

ウ 堆肥の肥効率は単年度を想定したもので、連年施用により窒素、リン酸の肥効率は高くなる。しかし、具体的な肥効率の変化は明らかにされていないので、作物の生育状況や土壌診断により堆肥施用量の判断を行う。

(4) 生ごみ堆肥施用の留意点

原料が生ごみのため、一般的に炭素率は家畜ふん堆肥よりも低い、易分解有機物（粗繊維、油分等）を含んでいることが多い。易分解有機物を多く含んだ堆肥を土壌に施用すると急激な炭素分解に伴う窒素飢餓が生じ一時的に土壌中の無機態窒素の消失による植物の生育不良が生ずる。しかし、発酵を十分に行えば家畜ふん以上の窒素利用が期待できる。また、一般的にリン酸、カリ含量が低いことこれらの土壌への負荷を抑制できる利点もある。

未熟な生ごみ堆肥の熟度を判定するには、直接的にはこまつな等のポット試験で確認するが、粗繊維、油分含量を把握することや簡易的には酸素消費量で推定することも可能である。

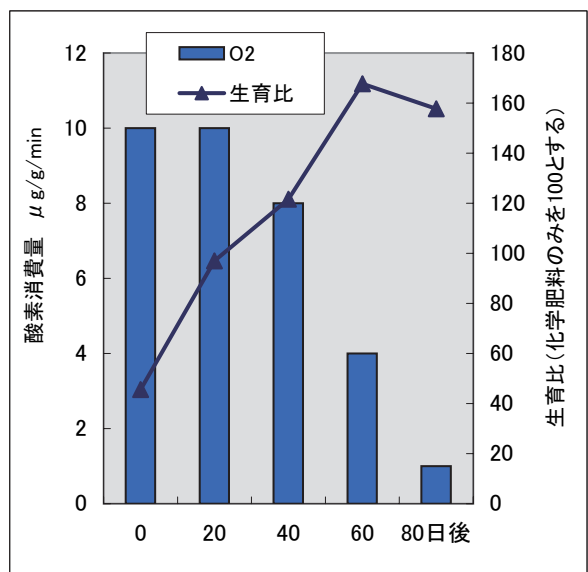
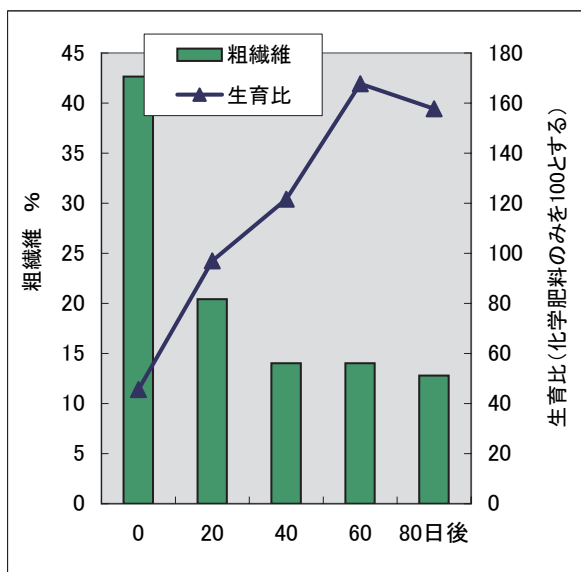
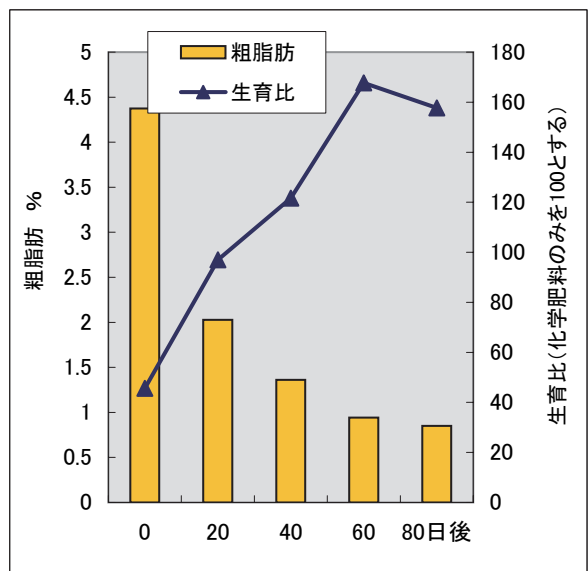
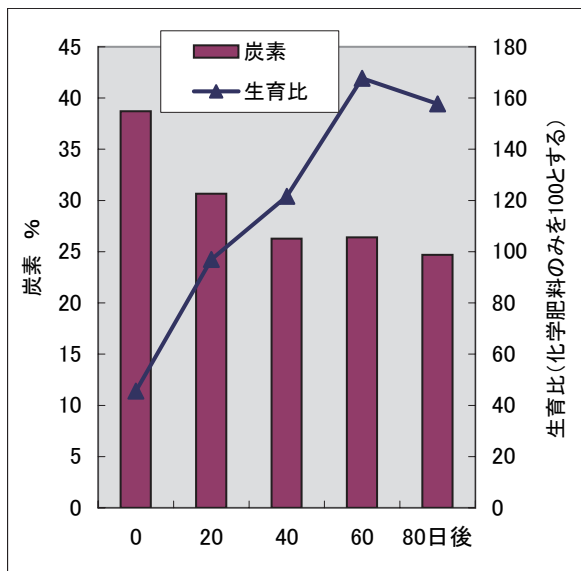


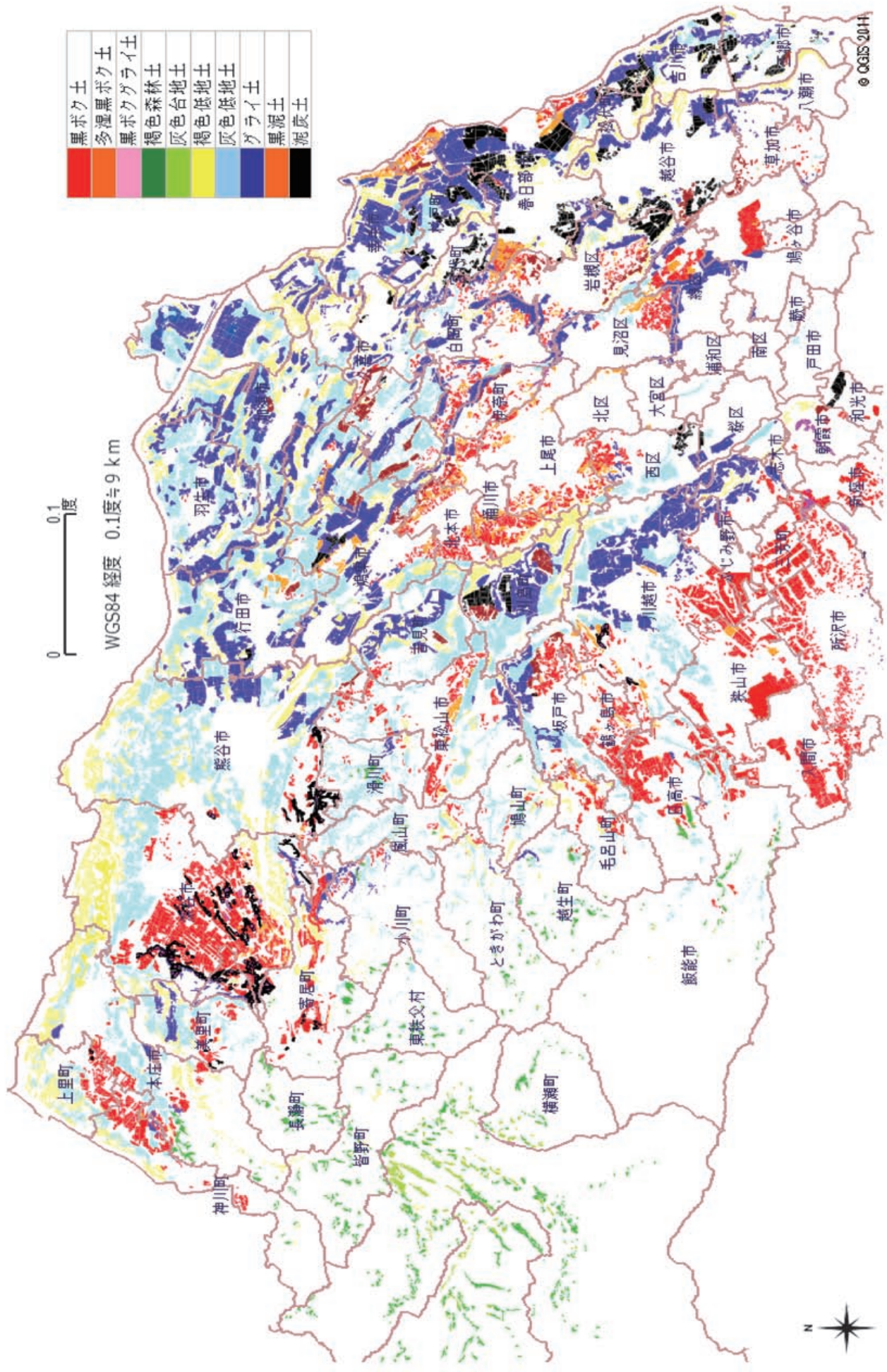
図 27 未熟な生ごみ堆肥の二次発酵による熟成と易分解有機物成分とこまつな生育への影響

5 参考資料

(1) 埼玉県内の土壌群とその性質

土壌群	性質	土壌統群
黒ボク土	腐植含量が比較的高いものが多い。火山灰台地上に広がり、入間、大里、児玉地域に分布する。野菜や根菜、茶の栽培が行われる。リン酸固定力が強く、有効態リン酸が少ない。仮比重が軽く、風食を受けやすい。	厚層多腐植質黒ボク土 厚層腐植質黒ボク土 表層多腐植質黒ボク土 表層腐植質黒ボク土 淡色黒ボク土
多湿黒ボク土	台地の谷間に分布する。北足立、南埼玉、北埼玉地域の台地沿いにあり、水田として利用されることが多い。還元化が強い。保肥力も大きい。	厚層多腐植質多湿黒ボク土 表層多腐植質多湿黒ボク土 表層腐植質多湿黒ボク土
黒ボクグライ土	火山灰台地間の低地にあり、水田利用であるが、排水が悪く、還元化が強い。ほぼ全層がグライ化しており、暗渠対策が望まれる。	多腐植質黒ボクグライ土 腐植質黒ボクグライ土
褐色森林土	秩父地域や入間・比企・児玉地域の山沿いに分布。緩傾斜地で、畑利用が多い。下層から礫の多いところも多い。夏季に過干となる恐れがある。	細粒褐色森林土 中粗粒褐色森林土 礫質褐色森林土
灰色台地土	秩父地域の河段丘上の平坦地にあり、水田利用が多い。全層が灰色ないし灰褐色を呈する。土性が強粘質であることが多く重粘土と呼ばれる。	細粒灰色台地土 礫質灰色台地土
褐色低地土	県内の沖積平野に広がっている排水良好な土壌である。畑利用が多い。粗粒質のところでは養分の流亡や夏季の過干、細粒質のところでは排水不良、夏季の過干の恐れがある。大型機械の影響を受けやすく物理性の悪化を招きやすい。	細粒褐色・斑紋なし 中粗粒褐色低地土・斑紋なし 礫質褐色低地土・斑紋なし 細粒褐色低地土・斑紋あり 中粗粒褐色低地土・斑紋あり
灰色低地土	県内の沖積平野に広く分布している土壌で、水田として使われることが多くもっとも面積が多い。地下水位が低いので、水田の後作利用が比較的可能である。概ね全層が灰色を呈する。細粒質で強粘質などところでは、耕起・砕土が困難な場合がある。	細粒灰色低地土・灰色系 中粗粒灰色低地土・灰色系 礫質灰色低地土・灰色系 細粒灰色低地土・灰褐色系 礫質灰色低地土・灰褐色系 灰色低地土・下層黒ボク 灰色低地土・下層有機質 灰色低地土・斑紋なし
グライ土	沖積平野の排水が不良な地帯に分布する。水田利用で表土はうすく、有効土層は厚い。地下水位が高く、作土直下あるいは表層からグライ層となる。固定力は小で、交換性塩基、養分は多い。	細粒強グライ土 中粗粒強グライ土 細粒グライ土 中粗粒グライ土 グライ土下層有機質
黒泥土	南埼玉・北足立の沖積低地、谷低地に分布が多く、水田利用である。50cm以内に黒泥層が出現する。排水は不良で、表土が強粘質土壌では耕起、砕土が困難である。還元化が極めて強い。交換性塩基、養分は多い。	
泥炭土	北葛飾地域の沖積低地に分布し、水田利用である。泥炭は過湿地に繁茂した植物の遺体が水面下に沈積し不完全な分解物が沈積したものである。泥炭層が50cm以内より出現する。排水が極めて不良で、強粘質のため耕起、砕土が困難である。還元化の進行が強度である。交換性塩基、養分は多い。	

埼玉県耕地土壌図(2001年現在)



農耕地土壌分類第二次案改訂版 作図: QuantumGIS(1.7.0) 座標系: WGS84

(2) 作物別関連指標

現物収量1トン当たりの地上部養分吸収量

		現物1トン当たり養分吸収量(kg/トン)		
		N	P2O5	K2O
米穀類 (乾燥子実)	水稲	18.70	9.25	26.36
	小麦	25.18	9.50	31.08
	六条大麦	20.35	7.84	31.37
	二条大麦	14.50	6.17	10.02
豆類 (乾燥子実)	大豆	69.17	16.32	32.10
	あずき	40.68	15.31	35.44
いも類	かんしょ	4.21	1.27	5.93
	ばれいしょ	2.65	1.08	7.15
野菜	きゅうり	1.78	1.11	3.99
	トマト	1.52	0.64	3.57
	なす	2.69	0.89	4.55
	かぼちゃ	2.77	1.00	5.45
	いちご	3.14	1.54	6.44
	すいか	1.81	0.73	8.28
	えだまめ	9.57	2.02	17.20
	未熟トウモロコシ	10.72	4.43	17.30
	キャベツ	4.83	1.25	5.16
	はくさい	2.07	0.82	4.43
	ほうれんそう	4.63	1.29	8.51
	ねぎ	4.47	1.15	4.37
	たまねぎ	1.91	0.94	2.45
	レタス	3.62	1.24	4.28
	だいこん	2.15	0.93	4.28
	** かぶ	5.65	2.47	7.77
	にんじん	2.03	0.63	4.99
	ごぼう	6.74	2.90	8.75
	さといも	3.07	1.11	6.12
	** れんこん	8.00	1.80	9.13
やまのいも	4.67	1.23	5.37	
果樹	** みかん	5.62	0.69	3.64
	** りんご	3.10	0.82	3.20
	** ぶどう	5.87	2.80	6.80
	** 日本なし	4.43	1.80	3.99
	** かき	5.95	1.50	5.28

飼料作物	まめ科牧草	6.84	1.32	6.38
	いね科牧草	6.50	2.50	10.23
	* 混播牧草	6.25	2.20	8.38
	青刈りトウモロコシ	1.94	0.87	2.98
	青刈りえん麦	2.11	0.27	2.36
	ソルゴー	1.24	0.28	0.99
工芸作物	茶	131.66	26.23	67.29

* 小川：北農試研報(1988)

** 農業技術体系

作物別の最適 pH

農文協 農業技術大系より

pH領域	穀類、工芸作物、牧草	野菜			花き	花木 植木	果樹
		葉菜	果菜	根菜			
6.5～7.0 微酸性～中性 領域で生育	アルファルファ サトウキビ ビート	エンドウ ハウレンソウ			ガーベラ カスミソウ スイートピー トルコギキョウ	ハイドラン ジア(レッド)	ブドウ
6.0～6.5 微酸性領域 で生育	アズキ オオムギ クワ コムギ ソルゴー ダイズ タバコ トウモロコシ ハトムギ 杓付知-ハ ライムギ レンゲ	アスパラガス ウド カリフラワ ー サニーレタ ス シュンギク セルリー タカナ ナバナ ニラ ネギ ハクサイ パセリ ハナヤサイ ブロッコリ ー ミツバ ミヨウガ モロヘイヤ レタス	インゲン エダマメ オクラ カボチャ カンピョウ キュウリ ササゲ スイカ スイートコ ーン ソラマメ トウガラシ トマト ナス ピーマン メロン ラッカセイ	コンニャク サトイモ ヤマノイモ	カーネーション キク グラジオラス サイネリア シクラメン スイセン スターチス ストック ゼラニウム パンジー フリージア ポインセチア マダガスカルジャ シ ユリ	バラ	オウトウ キウイ モモ
5.5～6.5 微～弱酸性 の広い領域 で生育	イネ エンバク チモシー ヒエ レッドクロ バー	キャベツ コマツナ サラダナ チンゲンサ イ フキ	イチゴ	コカブ ゴボウ ダイコン タマネギ ニンジン レンコン	アンスリウム コスモス マリーゴールド		イチジク ウメ カキ ナシ ミカン リンゴ

5.5～6.0 弱酸性領域 で生育	イタリアン ライグラス オーチャード グラス ソバ トールフェ スク			サツマイモ ショウガ ニンニク ジャガイモ ラッキョウ	セントポーリ ア プリムラ		クリ パインアッ プル ブルーベリ ー
5.0～5.5 酸性領域で 生育	チャ				アナナス シダ 洋ラン ペゴニア リンドウ	アザレア サザンカ サツキ シャクナゲ ツバキ ツツジ ハイドラン ジア（ブルー ）	

作物の耐塩性

耐塩性	EC (1:5) mS/cm 埴土(目安)	普通作物	野菜	果樹	牧草（飼料作物）	その他
強	1.6～	大麦			バーミューダグラス ペレニアルライグラ ス	ナタネ テンサイ ワタ
中	0.8～1.6	小麦 水稲 大豆 エンバク	アスパラガス、キャ ベツ セルリー、ダイコン 、タイナトマト、ネ ギ、ハクサイ ピーマン、ブロッコ リー ホウレンソウ	イチジク オリーブ ザクロ	アルファアルファ オーチャードグラス スイートクローバー ソルガム トウモロコシ	
やや弱	0.4～0.8	サツマイモ バレイショ	インゲン、エンドウ 、 カブ、キャベツ、キ ュウリ ソラマメ、タマネギ トウガラシ、ナス ニンジン、レタス	アンズ ナシ ミカン モモ	赤クローバ ラジノクローバー	イグサ タバコ
弱	0.4付近		ミツバ、イチゴ			

注 1) EC値がこの範囲になると当該作物収量は10%以上低下する危険がある。

注 2) 昭和57年度分析機器システム開発委員会検討資料

野菜の生育に適する土壤中の無機態窒素濃度 ($\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$)

作物の種類	中安ら 風乾土当り mg	東京都農試 乾土当り mg	大阪農試
シュンギク	20～40	20～25	
コマツナ	20～30	33～37	
キャベツ	20～30	40	
イチゴ	20～30		
レタス	10～20	10	
ナス	10～20		10～20
トマト	5～15		5～10
ミツバ	5～10		
ハウレンソウ	5～10	10	
コカブ	5～10	15～20	
キュウリ 抑制			15～25
ピーマン 促成			10～20
			10～20

6 関係法令

肥料取締法の概要

(http://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/kome/k_hiryo/odei_hiryo/pdf/data2.pdf)

肥料取締法に基づく特殊肥料等

(http://www.maff.go.jp/j/kokuji_tuti/kokuji/k0000300.html)

特殊肥料の生産に関する届出のご案内

(<http://www.pref.saitama.lg.jp/site/sihiryo/tokushuhiryo.html>)

地力増進法及び関連法令等

(http://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/hozen_type/h_dozyo/houritu.html)

環境基準について

(<http://www.env.go.jp/kijun/>)

有機農業

(<http://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/yuuki/index.html#kihon>)

< 埼玉県主要農作物施肥基準改定に当たった機関名 >

農業支援課
生産振興課
農産物安全課
畜産安全課
さいたま農林振興センター
川越農林振興センター
東松山農林振興センター
秩父農林振興センター
本庄農林振興センター
大里農林振興センター
加須農林振興センター
春日部農林振興センター
農林総合研究センター（略：農総研）
農総研畜産研究所
農総研森林・緑化研究所
農総研水田農業研究所
農総研園芸研究所
農総研茶業研究所
全国農業協同組合連合会埼玉県本部

平成 25 年 3 月 発行

発行者 埼玉県農林部農業支援課
〒330-9301 さいたま市浦和区高砂 3 丁目 15 番 1 号
電 話 048-830-4047
F A X 048-830-4833
E-mail a4040@pref.saitama.lg.jp