

II 適正施肥を進めるための技術と基準

1 適正施肥を進めるための技術

(1) 県内農耕地土壌の現状

農業の生産基盤となる農耕地土壌は、作物の栽培や管理などによって特性が変化する。埼玉県では、農作物の適正な管理を行うために、昭和54年度から県内を5年で1巡する土壌調査を実施し、県内農耕地土壌の実態や変化を明らかにしている。調査8巡目(2014～2018年度)も同様に土壌調査や土壌管理に関するアンケート調査を行い、結果をとりまとめており、8巡目の調査結果と過去の調査結果を比較することで、県内農耕地土壌の実態や変化、肥培管理状況等を理解することができる。

ア 8巡目地目別土壌調査の結果について

調査地点は水田66、普通畑29、水田(転換畑)6、施設2、樹園地(茶園除く)10、茶園5の合計118地点であった(8巡目)。調査地点ごとに、土壌断面(作土の厚さ、土色、層界等)や位置情報など調査し、土壌の化学性(pH、EC、全炭素、有効態リン酸含量等)や物理性(土壌硬度、仮比重、保水性等)を分析して、その結果から土壌の現状を把握した。

また過去の1巡目(1979～1983年)から7巡目(2009～2013年)までのデータと比較することで、土壌の変化を明らかにした。さらに、現地調査ほ場の地目や栽培作物、肥培管理等(作物名、播種時期、堆肥・土壌改良資材・肥料の施用量等)についてアンケートを実施し、結果を集計した。

表1 地目別土壌調査結果(作土層)

調査項目	水田		普通畑		樹園地 (茶園除く)		茶園		水田(転換畑)		施設	
	平均値		平均値		平均値		平均値		平均値		平均値	
作土の厚さ(cm)	14.7	↓ ^{※2}	17.6	↓	12.9		13.8		15.2		16.0	
土壌硬度(mm)	8.3		10.1		14.8		3.2		5.2		6.0	
pH(H ₂ O)	5.8	↓	6.6	↑	5.9		3.7	↓	6.7		6.1	
EC(mS/cm)	0.1		0.2		0.1		0.5		0.2		0.8	
T-C(%)	3.0		3.4		3.3		16.0		2.6		3.2	
T-N(%)	0.3		0.3		0.3		1.3		0.2		0.3	
C/N比	11.1		11.3		10.4		12.7		10.7		10.0	
有効態リン酸(mg/100g) ^{※1}	24.8		91.7		229.4	↑	273.6	↑	89.8		302.7	
CEC(me/100g)	20.6		30.2		23.6		101.2		21.8		21.0	
塩基飽和度(%)	73.6		87.0	↑	73.5	↑	3.6		100.3		152.3	
K ₂ O(mg/100g)	27.7		57.8		77.7	↑	48.1		43.0		118.8	
CaO(mg/100g)	331.5		555.9	↑	337.0		57.3		447.6		736.4	
MgO(mg/100g)	51.7	↓	80.3	↓	59.4	↑	11.2		80.2		89.3	
Ca/Mg(当量比)	4.7		5.8		4.1		3.7		4.4		5.4	
Mg/K(当量比)	5.6		4.3		1.8		0.7		5.4		2.2	

※1) トルオーグ法による。

※2) 水田、普通畑、樹園地については作土の厚さ、pH、交換性塩基(CaO、MgO、K₂O)、塩基飽和度、有効態リン酸は主要農作物施肥基準の土壌管理目標値と比べて高いものを↑、低いものを↓で数値の右側に示した。(水田は灰色低地土、普通畑は黒ボク土、樹園地(茶園を除く)、茶園は黒ボク土の目標値で比較した。)

表1は8巡目作土層の土壌調査結果で、地目別に平均値を示している。また、水田、普通畑、樹園地(茶園除く)、茶園については作土の厚さ、pH、交換性塩基(CaO, MgO, K₂O)、塩基飽和度、有効態リン酸は主要農作物施肥基準の土壌管理目標値と比べて高いものを↑、低いものを↓で数値の右側に示している。

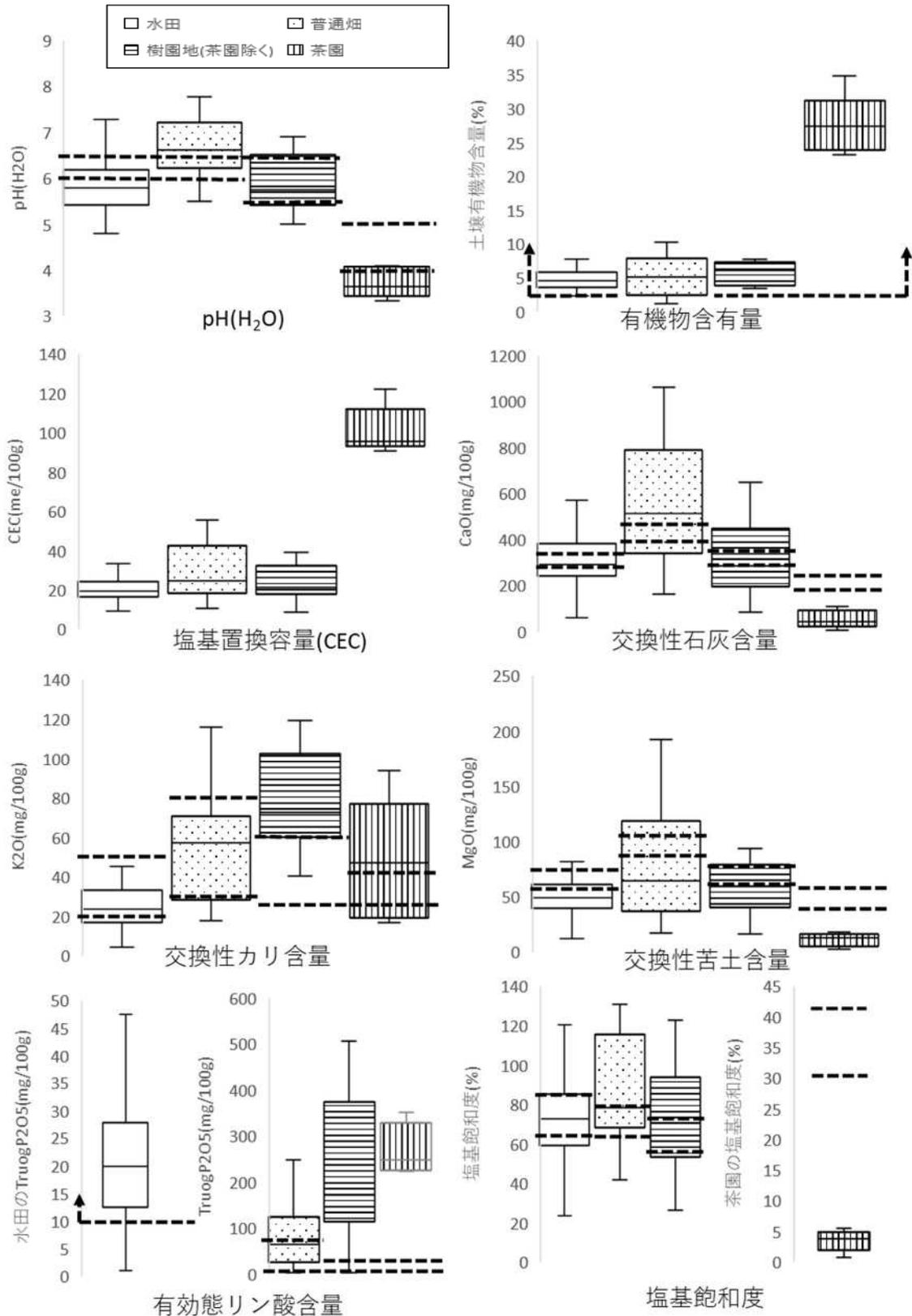
埼玉県的主要農作物施肥基準の目標値と比較して、水田では作土の厚さ、pH、苦土含量は低い、他に目標値を逸脱する項目はなかった。

普通畑ではpH、塩基飽和度、石灰含量が高く、作土の厚さ、苦土含量が低くなっていた。樹園地(茶園除く)では有効態リン酸が非常に高い傾向であった。塩基飽和度、カリ含量、苦土含量も高く、塩基バランスが崩れていた。茶園では有効態リン酸含量が非常に高く、pHが低く、塩基バランスが崩れていた。施設では、他の地目と比較して有効態リン酸含量、石灰含量が最も高くなっていた。

データのばらつき具合を確認するために、水田、普通畑、樹園地(茶園除く)、茶園の8巡目調査結果を箱ひげ図に示した(図1)。箱ひげ図は、ひげの上端が最大値、下端が最小値を示している。また、箱の下底は小さいほうから25%目のデータ、箱の中央の横線は中央値(50%目のデータ)、上底は75%目のデータを表している。

適正範囲と比較して、水田ではpHが低く、交換性苦土含量が不足しているほ場がそれぞれ半数以上であった。普通畑ではpHが高く、交換性石灰含量が過剰であり、交換性苦土含量が不足しているほ場がそれぞれ半数以上あり、塩基類のばらつきも大きくなった。樹園地(茶園除く)では、交換性カリ含量、有効態リン酸含量が過剰であり、交換性苦土含量が不足しているほ場が半数以上で、特に有効態リン酸含量はほとんどのほ場で過剰であった。茶園では交換性カリ含量が過剰で、pHが低いほ場が半数以上で、すべての茶園で交換性石灰、苦土、塩基飽和度が不足状態で、有効態リン酸含量が過剰であり、非常に塩基類のばらつきが大きいことがわかった。

表1や図1から、県内土壌では特に普通畑、樹園地(茶園除く)、茶園で土壌の化学性が乱れており、土壌分析を通じた施肥量の調整や土壌改良の必要性が示唆された。



※有機物含有量はT-C(%)に1.724を乗じて算出した推定値。
 ※点線は各項目の適正範囲を表しており、水田は灰色低地土・CEC20me、普通畑は黒ボク土・CEC30me、樹園地(茶園除く)は黒ボク土・CEC25me、茶園は黒ボク土・CEC30meの場合の適正範囲を示している。

図1 8巡目(2014~2018年)土壌調査結果の箱ひげ図

イ 作物別の堆肥と施肥の平均施用量について

土壌に施用する堆肥や肥料は、土壌中から養分を吸収する農作物には非常に重要である。表2は、8巡目と7巡目の調査における作物別の堆肥の平均施用量、表3は地目別の堆肥施用の有無と土壌の仮比重、有機物含量、CECとの関係を示した。表4は作物別の窒素、リン酸、カリ及び石灰の平均施肥量を示した。

表2 作物別の堆肥の平均施用量

作物	調査数		施用ほ場割合(%)		施用ほ場の平均施用量(kg/10a)	
水稻	49	(71)	4	(8)	710	(710)
麦類	10	(15)	10	(7)	2000	(2000)
野菜類	24	(20)	33	(22)	1612	(1612)
果樹	10	(21)	0	(16)	0	(367)
茶	4	(5)	50	(0)	179	(0)

※数値は8巡目の調査結果と、7巡目(括弧内)における調査結果。

※調査対象農家のアンケート結果による。

表3 地目別の堆肥施用の有無と土壌の仮比重、有機物含量、CECとの関係

地目	堆肥施用の有無	仮比重	有機物含量(%)	CEC
水田	有	0.89	6.19	19.41
	無	0.98	4.92	20.46
	有/無	0.91	1.26	0.95
普通畑	有	0.86	10.18	43.80
	無	1.02	5.46	23.96
	有/無	0.84	1.87	1.83
水田(転換畑)	有	1.00	5.26	23.37
	無	1.13	3.03	16.91
	有/無	0.88	1.74	1.38
樹園地(茶園除く)	有	0.67	7.88	18.31
	無	1.15	4.92	20.69
	有/無	0.58	1.60	0.88
茶園	有	0.36	29.05	108.96
	無	0.42	26.12	93.20
	有/無	0.86	1.11	1.17

※有機物含量は、土壌中の炭素含有量に係数 1.724 を乗じて算出した推定値。

作物別の堆肥施用ほ場の割合は、0～50%となっており、水稻、麦類、果樹では10%以下と特に低くなった。また、作物別の堆肥平均施用量は前回と比較して大きな変化はなかった。

堆肥を施用したほ場は、施用していないほ場と比較して、有機物含量が多く、仮比重が小さくなった。これは、土壌の有機物が土壌の団粒構造を生成することで、適度な水分や空気を含む膨軟な構造となったためと考えられた。堆肥を施用した普通畑、水田(転

換畑)、茶園では、無施用のほ場と比較してCECが高くなった。

一般に、有機物が分解した際に生成される腐植には養分吸着機能があり、有機物の施用によって腐植が増加し、CECが増加したと考えられる。石灰施用量は、7巡目と比較して、いずれの作物区分についても減少した。さらに、水稻、野菜類では窒素、リン酸、カリの施肥量が減少していた。麦類ではカリ、果樹では窒素、リン酸、カリ、茶では窒素、カリの施肥量が増加していた。

これらの結果から、堆肥の施用ほ場は少なく、化学肥料を主として農作物栽培を行っていることがわかった。堆肥を施用することで、作物の育成に必要な微量元素の補給や微生物増加による生物性の改善が見込まれるほか、近年価格が高騰している肥料の施用量を減らすことも可能である。

表4 作物別の平均施肥量

作物	調査数		施肥量(kg/10a)							
			窒素		リン酸		カリ		石灰	
水稻	49	(71)	7.7	(9.4)	6.9	(8.4)	7.2	(7.8)	0.2	(2.0)
麦類	10	(15)	8.5	(8.7)	7.9	(7.9)	8.5	(7.2)	0	(0.3)
野菜類	24	(20)	17.7	(21.5)	15.8	(19.5)	15.2	(20.9)	4.8	(7.9)
果樹	10	(21)	15.4	(10.2)	12.6	(8.3)	9.9	(7.8)	0	(0)
茶	4	(5)	33.1	(15.0)	13.2	(15.8)	14.6	(12.2)	0	(0)

※数値は8巡目の調査結果と、7巡目(括弧内)における調査結果。

調査対象農家のアンケート結果による。

ウ 1巡目(1979~1983年)から8巡目(2014~2018年)までの土壌化学性の推移

1巡目から8巡目までの土壌調査の結果から、土壌化学性の推移を図2にまとめた。

地目別にデータを確認すると、水田では調査期間中の土壌化学性に大きな変化はなく、概ね安定して推移していた。普通畑では塩基置換容量(CEC)やカリ含量、石灰含量、苦土含量が増加傾向であり、塩基バランスの乱れがみられた。樹園地(茶園除く)ではカリ含量、有効態リン酸含量が増加傾向であった。茶園ではpHが低下傾向で、CECや有効態リン酸含量が増加傾向であった。水田(転換畑)では苦土含量が増加傾向にあった。施設では各項目で年次間差が大きくなったが、有効態リン酸含量や塩基飽和度については増加傾向であった。

図2から、有効態リン酸含量は多くの地目で上昇傾向にあり、特に樹園地(茶園除く)や茶園、施設で過剰蓄積していることがわかった。また、カリ含量についても普通畑や樹園地(茶園除く)、施設で増加傾向にある。これらは、植物の吸収量や肥料の流亡量よりも施肥量が過剰であることが考えられる。

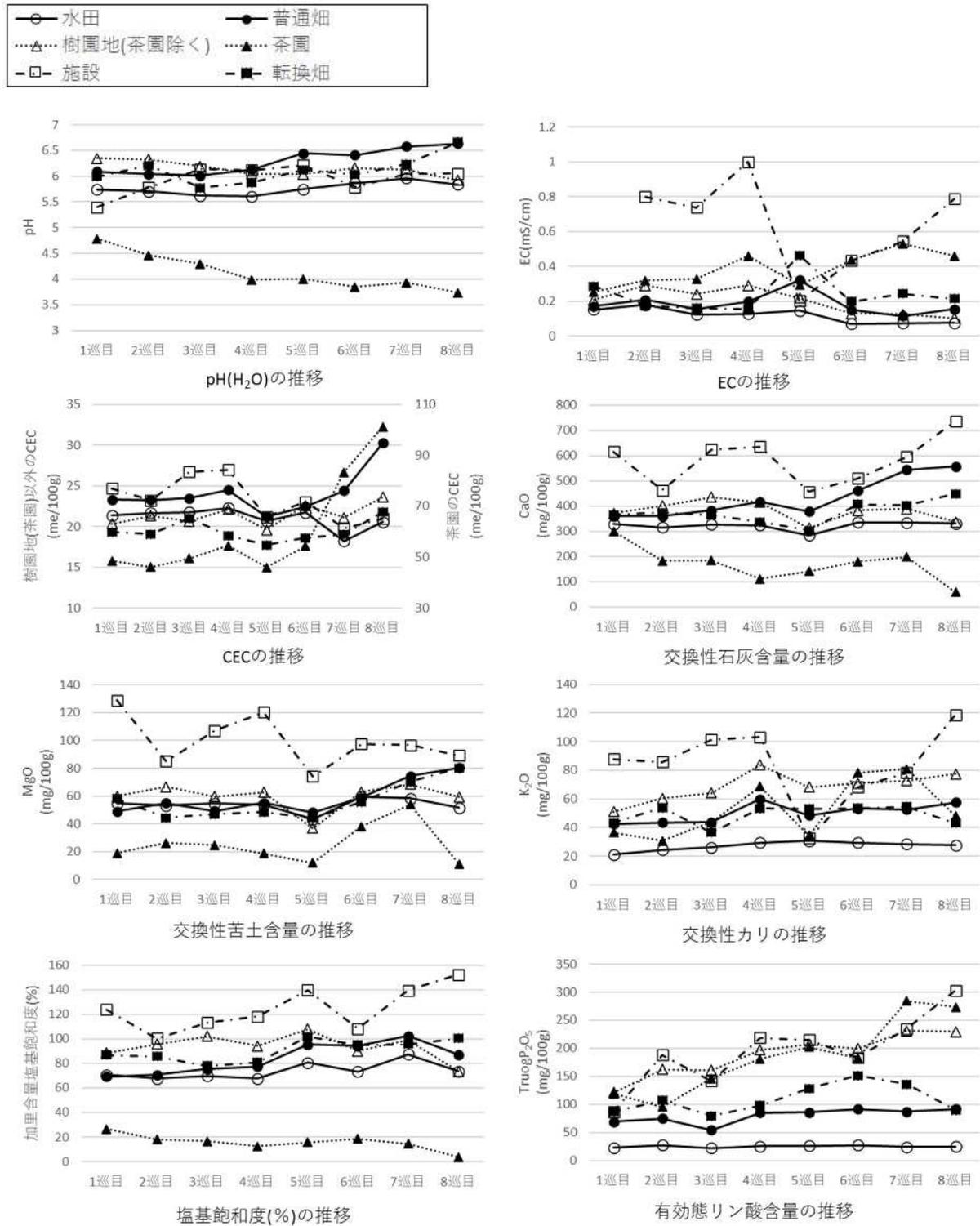


図2 1巡目(1979~1983年)から8巡目(2014~2018年)までの土壌化学性の推移

エ 健全な土壌を維持するために

健全な農作物を作るためには、健全な土壌を保つことが重要である。今回の調査結果から県内の農耕地土壌では、水田では概ね土壌養分等が適正範囲であることがわかった。

一方、樹園地(茶園除く)や茶園、施設(野菜類)では、リン酸の施肥量が減少してきたものの、有効態リン酸含量が過剰蓄積傾向にあった。

同様に、カリ含量についても普通畑、果樹(茶園除く)、施設のカリ含量に蓄積傾向があり、表4から麦類、果樹、茶で施用量が増加していることが確認でき、図2の普通畑、果樹(茶園除く)、施設の増加傾向とも関連していることがわかった。これらは、植物の吸収量や肥料の流亡量よりも施用量が多いことによる。過剰に蓄積している養分を有効活用するためには、栽培ほ場の土壌診断が重要である。土壌の状態を把握し、単肥やリン酸・カリの少ないL字型肥料、堆肥等を施用して、過剰養分を有効に利用が必要である。

(2) 土壌診断に基づく施肥設計

施肥設計の手順については、下記の手順で実施する。

【施肥設計手順の概略】

主要農作物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定める。(有機物は肥効率を加味して施用量を求める)

*肥効率は、ある成分の全量に占める有効態（植物が利用可能）の割合。

ア 施肥基準の確認

主要農作物施肥基準を参照し、当該農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計上することが必要である。

イ 土壌診断による実際の施肥量の決定

土壌分析を実施し、施肥基準量とあわせて3要素ごとに適正な施肥量を決定していく。

(ア) 土壌分析方法

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5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、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）。

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

表5 埼玉県耕地土壌のタイプ別CEC、リン酸吸収係数、仮比重

土壌群	土壌統群	CEC (me/100g)	P ₂ O ₅ 吸収係数	仮比重
黒ボク土	厚層多腐植質黒ボク土	27.30	2163.00	0.75
	厚層腐植質黒ボク土	26.10	1826.00	0.88
	表層多腐植質黒ボク土	30.00~47.83	2155.00~2211.96	0.52~0.68
	表層腐植質黒ボク土	18.60~33.35	694.00~1973.94	0.67~1.15
	淡色黒ボク土	14.62~24.32	445.83~1123.71	0.87~1.16
多湿黒ボク土	厚層多腐植質多湿黒ボク土	36.60	1995.00	0.28
	表層多腐植質多湿黒ボク土	33.15	1493.38	0.63
	表層腐植質多湿黒ボク土	21.38~30.60	1055.38~1995.00	0.53~0.90
黒ボクグライ土	多腐植質黒ボクグライ土	44.10	2310.00	0.53
	腐植質黒ボクグライ土	25.70~28.20	1440.00~1525.00	0.80
褐色森林土	細粒褐色森林土	14.70~24.90	659.00~1450.00	1.10~1.34
	中粗粒褐色森林土	21.40	1130.00	1.10
	礫質褐色森林土	14.00~25.10	614.00~960.00	0.95~1.23
灰色台地土	細粒灰色台地土	13.90~23.49	368.00~1056.25	1.16~1.25
	礫質灰色台地土	14.60~19.70	307.00~600.00	0.98~1.35
褐色低地土	細粒褐色低地土斑紋なし	13.80~16.84	621.21~750.00	1.08~1.13
	中粗粒褐色低地土斑紋なし	8.60	636.00	1.22
	礫質褐色低地土斑紋なし	14.10~20.90	751.00~778.66	1.13~1.29
	細粒褐色低地土斑紋あり	20.72~21.25	712.38~768.27	1.03~1.04
	中粗粒褐色低地土	10.10	1162.00	1.45
灰色低地土	細粒灰色低地土灰色系	16.88~20.51	729.19~909.25	1.03~1.18
	中粗粒灰色低地土灰色系	16.30	912.00	1.24
	礫質灰色低地土灰色系	13.10~15.98	708.00~833.94	1.00~1.03
	細粒灰色低地土灰褐色系	17.10	1188.00	1.04
	礫質灰色低地土灰褐色系	16.80~23.90	907.00~1171.00	0.80~1.15
	灰色低地土下層黒ボク	24.85	1195.94	0.94
	灰色低地土下層有機質	23.75	1191.69	0.93
	灰色低地土斑紋なし	21.82	795.38	0.98
グライ土	細粒強グライ土	21.33~22.82	1089.38~1176.56	0.94~0.95
	中粗粒強グライ土	16.40	724.00	0.95
	細粒グライ土	20.11~23.02	890.25~1027.07	0.92~1.00
	中粗粒グライ土	13.00	863.00	
	グライ土下層有機質	18.00~23.70	883.00~909.00	0.77~0.93
黒泥土	黒泥土	23.30~33.80	887.00~1161.25	0.60~0.95
泥炭土	泥炭土	26.17	984.91	0.89

表6 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	MgO	K ₂ O	塩基飽和度	Ca/Mg	Mg/K
	mg/100g	mg/100g	mg/100g	%		
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

(イ) 土壤診断値による減肥等の診断方法

表7及び8に、土壤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。

表7 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 泥炭度 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		—	
主要根群域の厚さ	—		—		40cm以上	
根域の厚さ	—		—		60cm以上	
すき床層のち密度	14~24mm		—		—	
主要根群域の最大 ち密度	24mm以下		22mm以下		22以下	
主要根群域の粗孔 隙量	—		10%以上		10%以上	
主要根群域の易有 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		5 mg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8 陽イオン交換容量別の土壤の適正塩基基準

水田、畑						
CEC me/100 g	CaO mg/100g	MgO mg/100g	K ₂ O mg/100g	塩基飽和度 %	Ca/Mg 比	Mg/K 比
10	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						
CEC me/100 g	CaO mg/100g	MgO mg/100g	K ₂ O mg/100g	塩基飽和度 %	Ca/Mg 比	Mg/K 比
10	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
茶園						
CEC me/100 g	CaO mg/100g	MgO mg/100g	K ₂ O mg/100g	塩基飽和度 %	Ca/Mg 比	Mg/K 比
10	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

窒素

- a 窒素 土壤中の無機態窒素（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計上する。作土深、仮比重（実測するか表5より土壤タイプで類推）から面積当たりの窒素量に換算する。

<診断例>作土深15cm、仮比重1.1の畑土壤で、無機態窒素が5mg/100g。

$$\begin{aligned} \text{面積当たりの無機態窒素量} &= (\text{窒素量} - \text{初期値}) \times \text{作土深} \div 10 \times \text{仮比重} \\ &= (5 - 3) \times 1.5 \times 1.1 = 3.3 \text{ (kg/10a)} \end{aligned}$$

を施肥基準から減じ施肥量とする。

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

<診断例>リン酸施肥基準が 18kg/10a の畑土壤の有効態リン酸が 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。

- c カリ 表 8 の陽イオン交換容量別土壤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 以下の肥料成分を増肥する。ただし、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 16 me/100g、作土深 10 cm、仮比重 1 の畑土壤の交換性カリが 50mg/100g あった。ここでカリ施肥基準が 12kg/10a のこまつなを栽培する場合のカリ施用量を求める。

上記土壤の適正カリ上限値は表 8 により 34mg なので、

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

カリ施肥量を 6kg/10a とする。

- d その他の塩基 カリの施用量を設定した上で、表 8 の塩基飽和度より飽和度が適正範囲となるよう、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 10cm、仮比重 1 の畑土壤を土壤診断した結果、石灰 220mg/100g、苦土 30mg/100g、カリ 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 減肥し 6kg/10a 施用する。塩基飽和度がこの土壤の下限値～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（アルカリ分 55% 苦土 16%）で土壤矯正した場合の、その施用量と改善後の土壤推定値を表 6 に示す。苦土石灰を 100kg/10a 施用すると塩基バランスの Mg/K 適正域 (2.75～9.20) より低い。220 kg/10a を施用すると、Mg/K バランスは適正域まで改善される。

- e 腐植 可能であれば土壤の腐植（土壤炭素×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。ただし家畜ふん堆肥等は、施用分を肥料として勘案する。

ウ 肥料の選択と施肥設計の実際

施肥基準と土壤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成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。(4) 良質な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が重要である。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)及び水溶性画分をもって有効態成分(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9 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	50	90
生ごみ堆肥		30~50	80	90

表10 調査有機質資材の全リン酸とク溶性リン酸の調査例

種類	原料	標本数	全リン酸 %	ク溶性リン酸 %	ク溶率 %
堆肥	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
	食品残さ	6	1.81	1.64	92.5
	食品残さ+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
	有機質肥料	米ぬか	1	7.68	0.59
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 1 1 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 %
堆肥	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
	食品残さ	6	1.48	1.54	102.7
	食品残さ+牛ふん	1	1.27	1.16	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	-
有機質肥料	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%クエン酸により 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出来るので紹介する。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。

エ 堆肥施用による具体的な施肥設計の事例

【事例 1】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。（4）項を参照。

○牛ふん堆肥を使うこととする。

○対象作物の施肥基準を確認する。

表 1 2 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

○実際に使う堆肥の全成分を確認する。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。

ここから、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13 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)	成分量			水分
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
現物全成分%	—	1.1	1.1	1.1	50
肥効率%	—	20	60	90	
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投入されるので、施肥基準20kg-4.2kg=15.8kgを別の肥料で投入する。同様にリン酸は12.6kg投入されるので施肥基準18kg-12.6kg=5.4kg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もって施用上限因子を設定する。

また、(4)項の良質な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

ア 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合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

a 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、通気性等の物理性の改善効果が期待できる。

b 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、土壌の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。

c 土壌病害軽減効果

有機物の施用は、土壌微生物が多様化し特定の病原菌のまん延抑制や、土壌物理性の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。

d 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

a 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、土壌中の窒素を利用することから、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比を下げてからほ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窒素ガスの発生によって作物に障害を起こす可能性がある。このような場合にも有機物施用後一定期間あけてから作付するようにする。

b 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の肥料成分を多く含む資材を多量に施用する場合には、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る。土壌中への過剰養分の蓄積や、カリ過剰による塩基バランスの崩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

a 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。

b 家畜ふん（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ので十分腐熟したものを使用する。

c 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である。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。

d 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の肥効が比較的速く、中でも魚かす類は窒素の肥効が速い。カリ成分は低いものも多く、骨粉はリン酸を多く含む。

e 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。

イ 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利用が上げられるが、分施肥技術は施肥作業やほ場条件に制約があることから、緩効性肥料が活用されている。

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

a IB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、細かく粉碎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

物に利用される。

b CDU尿素（アセトアルデヒド縮合尿素）

CDU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、CDU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。

c 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。

d 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 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、根の伸長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く、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、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。

(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。植溝施肥は作物を播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、本ほ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、本ほ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。

エ 緑肥の活用

緑肥作物には有機物や肥料成分の補給とともに、線虫等病害虫の抑制、有用微生物の増加、土壌浸食防止、環境負荷軽減、ハウス土壌の塩類除去などの効果が期待される。

肥料効果としては、緑肥作物は窒素やカリ含量が高く、土壌中で分解するとこれらの養分が放出され、後作物に吸収利用される。一般に、すき込み初年目の後作物による緑肥窒素の利用率は、緑肥のC/N比(炭素率)が10~15の場合で30~45%、15~20の場合で20~30%、20~25の場合で10~20%程度で、窒素肥料効果は炭素率の低い緑肥作物ほど大きい。

土壌化学性の改善としてはC/N比の高いイネ科緑肥やリグニンの比較的多いアカクローバなどを多量にすき込むと、土壌の腐植含量や窒素肥沃度、塩基交換容量(CEC)の増加が期待できる。

クリーニングクロープとしてハウス土壌の塩類除去を目的とする場合は、ソルガムなどを栽培して過剰な塩類を吸収させ、生育した緑肥をすきこまずにハウス外に搬出することで、土壌に集積した塩類を持ち出すことができる。

特定の緑肥作物には、土壌病原菌や有害線虫の減少、菌根菌のような有用微生物の増加効果が認められている。ネグサレセンチュウについてはエン麦野生種やマリーゴールドなど、ダイズシストセンチュウについてはアカクローバなどで効果が確認されている。

こうした緑肥の効果を活用した技術として、農研機構から「緑肥利用マニュアル -土づくりと減肥を目指して-」が刊行されている。

緑肥利用マニュアル -土づくりと減肥を目指して- / 農研機構 (naro. go. jp)
(https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/134374.html)

オ 栄養診断による効率的施肥法

施肥改善を行うための土壌診断は、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。一方、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い。中でも生産現場で迅速、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。

(ア) リアルタイム栄養診断の実際

a 作物体の採取法

従来の栄養診断は主に植物体を乾燥、分解した後に各養分を測定していたが、リアルタイム栄養診断では、比較的採取し易い植物体の汁液を用いる。したがって、栽培時の植物体養分を現場で簡易に、複数回測定できる。測定部位は葉身と比べると多汁質である葉柄を使用し、汁液の採取は葉柄を2 cm 前後に切断して、にんにく搾り器等で压榨または葉柄を乳鉢で磨砕する方法で行う。

葉柄は葉位によって養分濃度が異なるので、栄養診断を的確にするために、測定葉位を決めて葉位の濃度差の影響を少なくする必要がある。例えば、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。

b 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。硝酸イオン試験紙、簡易反射式光度計システム及びコンパクト型イオンメータなどが販売され、その実用性を確認し、リアルタイム栄養診断の適用性が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、簡易反射式光度計システムは硝酸イオン試験紙と簡易反射式光度計がセットになった測定機器であり、希釈までの操作は硝酸イオン試験紙と同様である。作成した希釈液に試験紙を浸すと同時に光度計本体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、試験紙を光度計本体のアダプターに差し込む。光度計で読み取った硝酸濃度は本体画面上に 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。

コンパクト型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簡易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3)。



図3 簡易栄養診断における測定機器

(左：硝酸イオン試験紙、中：簡易反射式光度計、右：コンパクト型イオンメータ)

c 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14に示すとおりである。

表 1 4 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)
きゅうり	半促成	埼玉	3月下旬～6月下旬	4月上旬:3500～5000 5月上旬:900～1800 6月以降:500～1500
	抑制	埼玉	9月下旬～11月下旬	9月下旬～11月下旬:3500～5000
	夏秋雨よけ	宮城	7月下旬～9月下旬	8月上旬:400～500 その後収穫終了にかけて漸減
なす	露地	埼玉・岐阜	7月上旬～10月中旬	7月上旬～8月上旬:3500～5000 8月中旬以降:2500～3500
	半促成	埼玉	4月上旬～7月上旬	4月上旬～7月上旬:4000～5000
いちご	促成	埼玉・岐阜	12月下旬～4月下旬	11月上旬:2500～3500 1月上旬:1500～2500 2月上旬:1000～2000
トマト	促成・6段摘心	愛知	12月中旬～2月上旬	12月中旬～2月上旬:1500～3000
	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:1000～2000
	長段穫り	三重	11月下旬～5月下旬	11月下旬～2月中旬:5000～3000 2月中旬以降:1000～2000
	抑制・7段摘心	茨城	8月中旬～11月中旬	8月中旬～9月上旬:7500～9000 9月中旬以降:5000～6000
	促成・12段摘心	埼玉県	2月下旬～7月上旬	1月～2月下旬:4000～5000 3月上旬～4月下旬:2000～3000 5月上旬～6月下旬:500～1500
メロン	半促成	愛知	7月上旬～中旬	定植時:3000～4000、開花期:2000～3000 果実肥大期:5000～6000、成熟期:2000～3000

カ 土壌診断結果を生かした施肥改善

生産者組織では、作付け前に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、表 1 5 に示すように 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。

表 1 5 きゅうり栽培における EC 値を考慮した施肥設計

きゅうり抑制栽培

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

きゅうり促成栽培

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

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が、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、表16に示すように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 ブロッコリーにおけるリン酸量を考慮した施肥設計

1 秋冬ブロッコリー(10月収穫) 単位: kg/10a							
リン酸	リン酸資材 (3-20-0)	有機質肥料Ⅱ (10-8-8)	低リン酸カリ肥料 (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	
2 秋冬ブロッコリー(11月収穫) 単位: kg/10a							
リン酸	リン酸資材 (3-20-0)	有機質肥料Ⅱ (10-8-8)	低リン酸カリ肥料 (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	
3 春夏ブロッコリー(2重トンネル) 単位: kg/10a							
リン酸	リン酸資材 (3-20-0)	有機質肥料Ⅱ (10-8-8)	低リン酸カリ肥料 (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	
4 春夏ブロッコリー(1重トンネル) 単位: kg/10a							
リン酸	リン酸資材 (3-20-0)	有機質肥料Ⅱ (10-8-8)	低リン酸カリ肥料 (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) 良質な堆肥の施用

ア 堆肥施用の考え方

有機物を利用した栽培を進める上で、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、成分量を勘案せずに施用されており、肥料成分に加えて各成分が過剰施用となる事例が少なくない。また、施用量も水分含量に関係なく 10 a 当たり何 t 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が大きくなっている。

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、水分調節材の副資材が少なく、家畜ふんが主体で肥料成分含量が多い。これらの家畜ふん堆肥を従来どおりの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の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ことが必要である。

(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の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多様なことから、統一的なものはない。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 1 8 に家畜ふん堆肥の平均的な成分含量と表 1 7 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 1 7 家畜ふん堆肥の肥効率 (%)

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

(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、カリ成分が施用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 18 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	16.70	1.05	16.50	1.03	1.10	1.16	0.50	0.21	0.62	0.99
	豚ふん	17.70	1.43	13.20	2.06	1.12	1.98	0.68	0.57	1.23	1.00
	鶏ふん	14.70	1.45	12.50	2.57	1.34	5.66	0.68	0.72	1.80	1.21
おが屑 混合堆肥	牛ふん	19.30	0.83	24.60	0.80	0.85	0.96	0.38	0.08	0.40	0.77
	豚ふん	18.30	1.06	19.30	1.69	0.92	1.68	0.54	0.21	0.84	0.83
	鶏ふん	16.90	0.97	19.80	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

イ 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 3 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 19 の家畜ふんの平均的な成分含量と表 18 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 20 の通りで、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 19 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、もみがらを多量に混合したものの。

**露地野菜は基肥施用量の多少によって分類し、N、P、K、O各10~15kg/10aを少肥区、20kg/10aを中肥区、25~30kg/10aを多肥区とした。

表20 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控えるべきである。

乾田の堆肥施用量の目安は基肥施用量が窒素、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控える。

上記の堆肥量を乾田に施用した場合、基肥施用量の減肥率は、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

基肥施用量が窒素、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、基肥施用量が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、ブロッコリー等の少肥型、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

基肥施用量を各成分で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用量に対応する。基肥の減肥割合は水稲に準ずる。

(カ) 飼料作物

基肥施用量が各成分で 10～20kg/10 a 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用量に対応する。

基肥施用量は、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

基肥施用量を各成分で 10～20kg/10 a 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用量に対応する。基肥の減肥割合は水稻に準ずる。

(ク) 茶

秋肥の施用量を窒素、リン酸、カリ (18-9-9) kg/10 a 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。

ウ 家畜ふん堆肥施用の留意点

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。

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。

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。

(5) 参考資料

表2-1 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。下層から礫のでるところも多い。夏期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期の過干、細粒質のところでは排水不良、夏期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、灰褐色系 細粒灰色低地土・灰褐色系 灰色低地土・下層黒ボク、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。還元化が進んでいる。交換性塩基養分は多い。	

イ 作物別関連指標

		現物1t当たり養分吸収量(kg/t)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
米穀類 (乾燥子実)	水稻	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
	小豆	40.68	15.31	35.44
	いも類			
	さつまいも	4.21	1.27	5.93
	じゃがいも	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
	スイートコーン	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
** 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
	青刈リトウモロコシ	1.94	0.87	2.98
	青刈リエンバク	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

表 2 3 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	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 さとうきび ピート	えんどう ほうれんそう			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 (赤)	ぶどう
6.0~6.5 微酸性領域で生育	小豆 大麦 クワ 小麦 ソルゴー 大豆 タバコ トウモロコシ はとむぎ 初刈刈り ライ麦 レンゲ	アスパラガス うど カリフラワー サニーレタス しゅんぎく セルリー たかな なばな にら ねぎ はくさい パセリ カリフラワー ブロッコリー みつば みょうが モロヘイヤ レタス	いんげん えだまめ オクラ かぼちゃ かんぴょう きゅうり ささげ すいか スイートコーン そらまめ とうがらし トマト なす ピーマン メロン らっかせい	こんにやく さといも やまのいも	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 マダガスカルジャスミン ユリ		おうとう キウイフルーツ もも
5.5~6.5 微~弱酸性の広い領域で生育	稲 エン麦 チモンシ ヒエ レッドクローバー	キャベツ こまつな サラダナ チンゲンサイ ふき	いちご	こかぶ ごぼう だいこん たまねぎ にんじん れんこん	アンスリウム コスモス マリーゴールド		いちじく うめ かき なし みかん りんご
5.5~6.0 弱酸性領域で生育	イタリアライグラス オーチャードグラス そば トールフェスク			さつまいも しょうが にんにく じゃがいも らっきょう	セントポーリア プリムラ		くり パインアップル ブルーベリー
5.0~5.5 酸性領域で生育	茶				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 (青)	

表24 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			パーミューダグラス、 ペレニアルライグラス	ナタネテンサイ ワタ
中	0.8~1.6	水稲、小麦、 大豆、えんぱく	アスパラガス、キャベツ、セル リー、だいこん、トマト、ピーマ ン、ブロッコリー、ほうれんそ う、ねぎ、はくさい	いちじく、 オリーブ、 ざくろ	アルファルファ、 オーチャードグラス、 スイートクローバー ソルガム とうもろこし	
やや弱	0.4~0.8	さつまいも じゃがいも	かぶ、キャベツ、きゅうり そらまめ、たまねぎ、とうがら し、にんじん、レタス	あんず、なし、みか ん、もも	赤クローバ、 ラジノクローバー	いぐさ たばこ

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

表25 野菜の生育に適する土壌中の無機窒素濃度 (NH4-N+N03-N)

作物の種類	中安ら mg/100g(風乾土)	東京都農試 mg/100g(風乾土)	大阪農試 mg/100g(風乾土)
しゅんぎく	20~40	20~25	
こまつな	20~30	33~37	
キャベツ	20~30	40	
いちご	20~30		
レタス	10~20	10	
なす	10~20		10~20
トマト	5~15		5~10
みつば	5~10		
ほうれんそう	5~10	10	
こかぶ	5~10	15~20	
きゅうり抑制			15~25
きゅうり促成			10~20
ピーマン			10~20

2 県下主要耕地土壌の土壌管理目標値

	水 田			
土壌の性質	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		
作土の厚さ	15cm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			
日減水深	20～30mm			
pH(H ₂ O)	6.0～6.5			
陽イオン交換容量 me/100g	15	20	25	30
塩基飽和度 %	70～93	66～86	65～82	64～79
石灰含量 mg/100g	230～290	280～350	340～410	400～470
苦土含量 mg/100g	40～59	56～75	71～91	87～106
カリ含量 mg/100g	15～34	20～51	25～68	30～80
有効態-P ₂ O ₅	10mg/100g以上			
有効態-SiO ₂	15mg/100g以上			
可給態窒素含量	8～20mg/100g			
土壌有機物含有量	2%以上		—	
遊離酸化鉄含有量	0.8%以上			
電気伝導度	0.2mS/cm以下			

注) 水田

1. 主要根群域は、地表下 30cm までの土層とする。
2. 日減水深は、水稻の生育段階等によって 10mm 以上 20mm 以下で管理することが必要な時期がある。
3. 有効態リン酸は、トルオーグ法による分析値である。
4. 有効態ケイ酸は、pH4.0 の酢酸－酢酸ナトリウム緩衝液により浸出されるケイ酸量である。
5. 可給態窒素は、土壌を風乾後 30℃の温度下、たん水密閉状態で 4 週間培養した場合の無機態窒素の生成量である。
6. 土壌有機物含有量は、土壌中の炭素含有量に係数 1.724 を乗じて算出した推定値である。
7. 陽イオン交換容量以降塩基類含量は、埼玉の土壌実態を基に推計した。

	普通畑			
土壌の性質	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	25cm以上			
主要根域群の最大ち密度	22mm以下			
主要根域群の粗孔隙量	10%以上			
主要根域群の易有効水分保持能	20mm/40cm以上			
pH(H ₂ O)	6.0~6.5			
陽イオン交換容量 me/100g	15	20	25	30
塩基飽和度 %	70~93	66~86	65~82	64~79
石灰含量 mg/100g	230~290	280~350	340~410	400~470
苦土含量 mg/100g	40~59	56~75	71~91	87~106
カリ含量 mg/100g	15~34	20~51	25~68	30~80
有効態-P ₂ O ₅	10~75mg/100g		10~100mg/100g	
可給態窒素含量	5mg/100g以上			
土壌有機物含有量	3%以上		-	
電気伝導度	0.2mS/cm以下			

注) 畑作

1. 水田の表の注) 3.4. および 7 を参照すること。
2. 作土の厚さは、根菜類では 30cm 以上、特にゴボウ等では 60cm 以上を確保する必要がある。
3. 主要根群域は、地表下 40cm までの土層とする。
4. 粗孔隙は、降水等が自重で透水することができる粗大な孔隙である。
5. 易有効水分保持能は、主要根群域の土壌が保持する易有効水分量 (pF1.8~2.7 の水分量) を主要根群域の厚さ 40cm 当たりの高さで表したものである。
6. pH および有効態リン酸含有量は、作物または品種の別により好適範囲が異なるので、土壌診断等により適正な範囲となるよう留意する。
7. 可給態窒素は、土壌を風乾後 30°C の温度下、畑状態で 4 週間培養した場合の無機態窒素の生成量である。

	樹園地			
土壌の性質	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		
主要根域群の厚さ	40cm以上			
根域の厚さ	60cm以上			
主要根域群の最大ち密度	22mm以下			
主要根域群の粗孔隙量	10%以上			
主要根域群の易有効水分保持能	30mm/60cm以上			
pH(H ₂ O)	5.5~6.5 (茶園 4.0~5.0)			
陽イオン交換容量 me/100g	15	20	25	30
塩基飽和度 % (茶園 %)	61~84 (40~54)	57~76 (33~49)	56~72 (33~46)	55~69 (31~42)
石灰含量 mg/100g (茶園 mg/100g)	200~260 (130~170)	240~310 (140~200)	290~360 (170~230)	340~410 (190~250)
苦土含量 mg/100g (茶園 mg/100g)	34~53 (20~34)	47~66 (27~42)	61~80 (35~50)	74~93 (42~57)
カリ含量 mg/100g (茶園 mg/100g)	15~31 (15~20)	20~45 (15~29)	25~60 (20~37)	30~70 (25~42)
有効態-P ₂ O ₅	10~30mg/100g			
土壌有機物含有量	2%以上		—	

注) 樹園地

1. 主要根群域とは、細根の70~80%以上が分布する範囲であり、主として土壌の化学的性質に関する項目(pH、CEC、塩基状態、有効態リン酸含有量および土壌有機物含有量)を改善する対象である。
2. 根域とは、根の90%以上が分布する範囲であり、主として土壌の物理的性質に関する項目(最大ち密度、粗孔隙量および易有効水分保持能)を改善する対象である。
3. 易有効水分保持能は、根域の土壌が保持する易有効水分量(pF1.8~2.7の水分量)を根域の厚さ60cm当たりの高さで表したものである。
4. 水田の注)3.4.7および普通畑の注)4および6を参照すること。

3 減肥基準

土壌診断値に基づく基肥の減肥割合

(1) 窒素

無機態窒素（硝酸態窒素）が $3 \text{ mg} / 100 \text{ g}$ 以上は肥料成分として換算。

(2) リン酸

有効態リン酸 ($\text{mg} / 100\text{g}$)	リン酸の施肥管理
80～100	20%減
100～200	40%減
200～300	60%減
300以上	無施肥

(3) カリ

基準値上限 + $10 \text{ mg} / 100 \text{ g}$ 以上は肥料成分として換算。

基準値下限 - $5 \text{ mg} / 100 \text{ g}$ 以下は肥料成分を増肥。

(基準値 = 土壌管理目標値のカリ含量)