

2国内情報  
その2

野菜の吸肥パターンを配慮した環境にやさしい施肥設計  
—神奈川県三浦半島における土づくりと施肥の事例—

神奈川県農業総合研究所三浦試験場 岡本 保

はじめに

神奈川県三浦半島は、冬のダイコンとキャベツ及び夏のカボチャの産地として有名である。中でもダイコン栽培には百年の歴史がある。このような長期にわたり野菜産地が維持されているのは、三浦の黒ボク土が病気の発生を抑える力を持った「発病抑止型土壌」であることと、土壌の物理的・化学的性質に優れ、とくに土壌の肥料を保持する力(=CEC)が高く、かつホウ素やマンガン等の各種微量元素を豊富に含んでいることなど、様々な理由を挙げることができる。しかし最近では施肥の過不足による地力の偏りも見られるようになった。また、環境に配慮した無駄のない施肥を行うことが、産地の存亡のために重要な時代でもある。この様な背景から、無駄のない合理的な施肥技術が求められている。この場合に最も重要なことは、栽培作物の肥料吸収パターンに合わせて、適期に適量の施肥を行うことである。これは基本的なことであるが、実践するのは難しい技術である。次に重要なことは、堆肥由来の肥料成分を配慮した土づくりや施肥設計を行うことである。

本稿では、三浦半島の主要な野菜の吸肥パターンや堆肥中の窒素量を配慮した、環境にやさしい施肥設計の例を紹介する。また、堆肥中の微量元素量と作物により吸収され畑から持ち出される微量元素量とを比較し、堆肥由来の微量元素を配慮した土壌管理についても考察する。

1. ダイコンの肥料吸収パターンと施肥設計

作物の生育期間中には、肥料の吸収量が急激に増加する特別な時期がある。その時期を見計らって集中的に施肥し、逆に吸収量が少ないときには控えめに施すことで、無駄のない施肥をすることができる。例えば12～1月どりダイコンの窒素吸収量は、播種35日後(間引き後数日)から急増し、播種80日後(収穫20～30日前)からは頭打ちとなる。部位別に見ると地下部の窒素吸収量は収穫直前にやや頭打ちとなるも、ほぼ直線的に増加するのに対し、地上部の吸収量は播種70日後より横這いとなり、80日後からはむしろ減少する。地上部から地下部への窒素の転流が盛んに行われていることが分かる(図1)。転流が円滑に行われないと、いわゆる「葉ボケ」状態になる。ダイコンの施肥はこのような窒素吸収パターンを考慮して行う必要がある。すなわちダイコンの施肥は基肥よりも追肥に重点をおきながらも、あまり遅くまでは肥料を効かせる必要はない。三浦半島の農家は、この様なダイコンの吸肥パターンに配慮し、第1回目の追肥は間引き直後(播種35日後)に、第2回目の追肥は播種50～60日後(収穫の20日前)までに行っている。地元の施肥基準も、このようなダイコンの吸肥パターンを考慮して、基肥よりも追肥重点の設計となっている(表1)。窒素施用量は、基肥に10aあたり6.5kg、一回目の追肥に同6kg、二回目の追肥に同5kgとなっている。なお、基肥として施用する6.5kgの窒素の中には、堆肥から由来する1.5kgの窒素(堆肥の施用量1t/10a、窒素含有量0.5%、有効化率30%として計算)が含まれている。

表1 三浦半島の冬どりダイコンの施肥例

	成分量(kg/10a)			施用時期
	窒素	リン酸	カリ	

基 肥	6.5(1.5)	20.0(1.8)	9.0(6.3)	播種10日前
追 肥①	6.0		6.0	間引き後(播種35日後)
追 肥②	5.0		5.0	播種50-60日後
成分合計	17.0	20.0	20.0	

注: ( )内は堆肥由来成分の内数。牛ふん堆肥の3要素含有率を0.5%:0.25%:0.7%、有効化率を30%:70%:90%とし、堆肥の施用量から計算(以下の表も同じ)

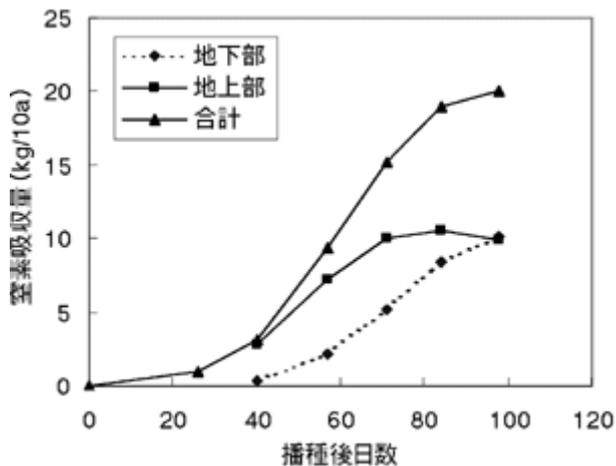


図1 冬どりダイコンの部位別窒素吸収量(kg/10a)の推移  
播種: 9月19日、品種: 青さかり

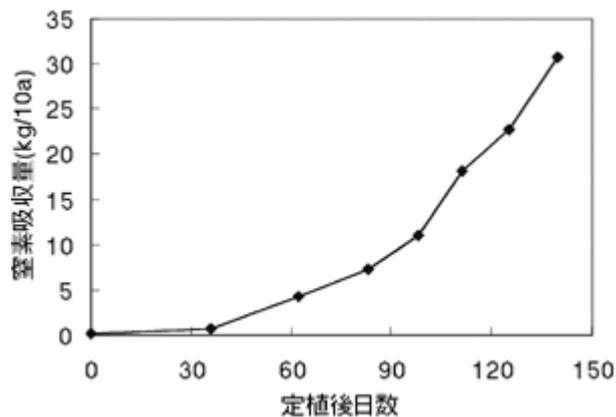


図2 春キャベツの窒素吸収量(kg/10a)の推移  
播種: 10月1日、定植: 11月19日、品種: 金系201

## 2. キャベツの肥料吸収パターンと施肥設計

これに対してキャベツの窒素吸収パターンを見ると、収穫期になっても吸収量が増加し続けることから、最後まで肥料を切らさないで施肥することにより、大玉の収穫が可能となる(図2)。ところが小玉でもよいから早い時期に出荷したほうが経営的には有利な場合もあるので、生育後半の施肥を作物の要求量に比べ控え目に抑え、キャベツの球を早くコンパクトに結球させる肥培管理が、三浦の現地では通常行われる(表2)。また、仮に生育後半まで肥料を効かせれば跡地土壤に多くの肥料分が残り、夏作の果菜類の蔓ぼけの原因にもなる。このようなことから、キャベツの生育後半に肥効が発現し、かつ栽培終了時の残存量が少ないという相反する特性を備えた肥料の開発が求められている。

表2 三浦半島の春どりキャベツの施肥例

	成分量(kg/10a)			施用時期
	窒素	リン酸	カリ	
基 肥	7.5(1.5)	15.0(1.8)	10.0(6.3)	定植10日前
追 肥①	6.0		6.0	活着後(定植30日後)
追 肥②	5.5		5.0	結球肥大期
成分合計	19.0	15.0	21.0	

## 3. カボチャの肥料吸収パターンと施肥設計

カボチャの窒素吸収量は、交配直後の果実肥大が開始する頃より急増し、その後30日程増え続け、果実肥大が終わる交配30日後頃から頭打ちとなる。部位別には茎葉の窒素吸収は定植25日後頃から急増し、交配30日後頃からは窒素の放出が見られ、栽培終了間際に再び茎葉による窒

素吸収が見られる。これは腋芽の二次成長によると思われる。果実の窒素吸収量は交配後から一番果収穫期まで直線的に増加し続け、その後腋芽の二次成長のために果実の窒素が消費される(図3)。三浦ではカボチャの基肥は窒素成分で8kg(表3)とされているが、近年はその量を減らし追肥重点の施肥設計に移行しつつある。追肥は定植20日後から窒素成分で10kg程度必要である。キャベツの項で述べたように、キャベツ跡は肥料が残りがちである。そこでキャベツ後にカボチャを栽培する場合には、とくにキャベツの外葉を圃場に鋤込んだ場合は、基肥の施用量を抑えることを励行している。

表3 三浦半島のトンネル早熟カボチャの施肥例

	成分量(kg/10a)			施用時期
	窒素	リン酸	カリ	
基肥	8.0(2.3)	27.0(2.7)	15.0(9.5)	定植10日前
追肥	10.0		10.0	つる出し直前(定植20日後)
成分合計	18.0	27.0	25.0	

基肥成分8kg:27kg:15kgのうち6kg:10kg:6kg(カボチャ配合相当分)はベッド部に施用追肥は全量を蔓先部に施用、前作の春キャベツ外葉を鋤込む場合は基肥窒素3kg減肥

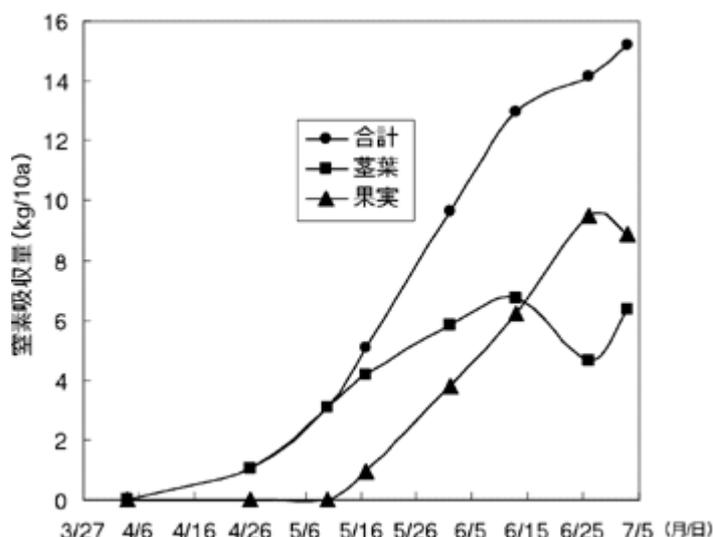


図3 カボチャの窒素吸収量(kg/10a)の推移  
(基肥施肥3/27 定植4/6 追肥施肥4/26 交配始め5/10  
主枝摘心5/30 一番果収穫6/25 二番果収穫7/5)

#### 4. 微量元素の堆肥からの投入量と作物吸収量との比較

作物栽培には上述の窒素以外にも、様々な肥料成分が必要である。そのうちの窒素、リン酸、カリのいわゆる3要素は、化学肥料が主要な供給源となる。これに対してホウ素、マンガン、鉄、亜鉛、銅、モリブデン等のいわゆる微量元素は、堆肥が主要な供給源となる。堆肥施用量の多い三浦半島では、土壌へ持ち込まれる微量元素量は、他の地域よりも多いと考えられる。窒素に関しては堆肥由来の成分を勘案した施肥設計を、三浦では古くから実践しているが、微量元素に関しても窒素同様に、堆肥由来の成分を配慮する必要があると、この地域では考えている。一方で、高度な輪作と密植を行う栽培形態で生産された作物により、土壌から収奪される微量元素の量も、他の地域に比べると多いと思われる。下層に溶脱しにくい性質をもつ微量元素は、作物により吸収され圃場の外に持ち出されることが、土壌中の濃度を低下させる重要な要因である。

そこで黒ボク土で栽培したダイコン及びキャベツによる10aあたりの微量元素吸収量と、半島内で流通している主要な堆肥中の微量元素含有量を比較した(表4)。三浦地域では秋口に1~2tの堆肥を施用し、秋冬作のダイコンとキャベツを輪作するのが一般的である。そこで堆肥を1t施用すると仮定した場合の、堆肥現物1t中の微量元素含有量と、10aあたりのダイコン、キャベツによる合計の微量元素吸収量とを表4で比較した。これによるとホウ素の堆肥からの供給量は、作

物による吸収量に満たないことが分かる。不足するホウ素分を補うために、地元ではリン酸質資材等を選択する際に、ホウ素が添加されている銘柄を利用している。その他の元素では、堆肥の種類によって、銅、モリブデン等の供給量が作物吸収量に満たない可能性もある。一方、マンガン、鉄、コバルトの堆肥からの持ち込み量は、作物吸収量に比べると多い。しかしこれらの量は土壤中の自然賦存に比べれば僅かであり、10年や20年程度の期間では、土壤のマンガン、鉄及びコバルト濃度を上昇させる要因とはなり得ない。

表5に同一圃場における微量元素濃度の、年代別の変化を示した。調査した12圃場の平均値で1973年と1996年の値を比べると、モリブデン、チタンの濃度が増加し、銅の濃度も僅かに増加した。その他の元素の各年代の平均値は、ほぼ同等であった。しかし表には示さないが個別の圃場で比較すると、ホウ素及び亜鉛の濃度が増加した圃場と、逆に減少した圃場が見られた。ホウ素は堆肥からの供給量が作物吸収に比べて明らかに少ないので、ホウ素濃度が上昇したほ場では、堆肥以外からのホウ素の供給量が多いと判断される。一方で堆肥のみでは作物吸収量に見合うだけの供給量がないために、土壤のホウ素濃度が低下する場合もありえる。モリブデンも堆肥による供給量は作物吸収量とほぼ同等なので、堆肥以外からの供給量が、これまでの施肥管理では多かったと推察される。

同一の堆肥を使い続けると、微量元素濃度に偏りが生じる可能性があることから堆肥の微量元素含有量をチェックし、不足する要素のみを合理的に補うための体制作りが必要である。そのためには堆肥の微量元素濃度の簡易分析法の確立と、不足する要素のみを合理的に補うための、補助的資材の有効活用法の検討が必要である。

表4 冬ダイコン及び春キャベツの栽培による10aあたりの微量元素吸収量と三浦半島で使用している主な堆肥の微量元素含有量の比較

元素名(記号)	作物による吸収量(g/10a)			堆肥中含有量(現物1tあたりg)		
	冬ダイコン	春キャベツ	合計	最小	平均	最大
ホウ素(B)	32.1	36.9	68.9	2.1	9.1	16.9
マンガン(Mn)	13.3	19.6	32.9	105	137	167
鉄(Fe)	100.8	100.5	201	148	2430	5902
コバルト(Co)	0.136	0.129	0.265	1.31	2.01	3.37
ニッケル(Ni)	0.776	1.89	2.66	2.28	4.50	7.48
銅(Cu)	6.68	6.88	13.6	9.9	25.1	69.5
亜鉛(Zn)	14.8	21.3	36.0	52	110	199
モリブデン(Mo)	0.397	0.335	0.732	0.44	0.93	1.67

冬ダイコン: 9月19日播種・12月26日収穫・青さかり・8333株/10a

春キャベツ: 10月1日播種・11月19日定植・金系201・5144株/10a

堆肥: 半島内で利用されている主要な7銘柄(主に牛糞堆肥)

表5 畑地土壤の亜鉛およびその他の元素濃度の経年変化(mgkg<sup>-1</sup>)

	Zn	B	Mn	Fe%	Cu	Mo	Cd	Pb	Ti	Ni
	平均値									
1973土壤	134	15.8	1338	7.02	146	0.20	0.71	33.5	895	38
1996土壤	134	15.1	1384	7.41	163	0.35	0.73	28.9	1669	41
有意性	NS	NS	NS	NS	*	*	NS	NS	*	NS

有意性: 1973年及び1996年に採土した12圃場の平均値の差のt検定による有意性(\*5%危険率有意)