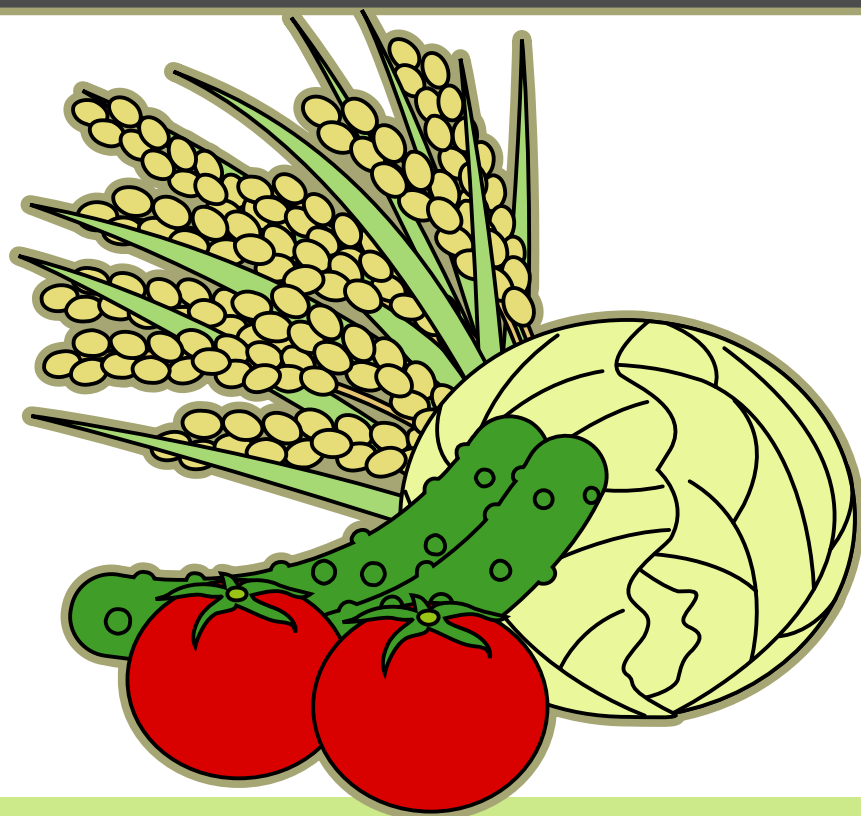


安全な 農作物と肥料

化学肥料は安全な作物を低コストで安定的に作ります



Japan Fertilizer &
Ammonia
Producers Association

日本肥料アンモニア協会

はじめに

日本肥料アンモニア協会では平成7年以降、「農業の重要性」と農業を支える重要な生産資材である「化学肥料の役割」等について、世界の「人口問題」、「食糧問題」、「環境問題」等との関連も併せ、農業関係者はもとより広く一般の消費者の皆さんにご理解していただくために、各種リーフレットや「化学肥料Q&A」シリーズをはじめとする冊子類を多数発行してまいりました。

ご承知の通り、我が国は世界の食料輸入国です。特に小麦、大豆、飼料作物等穀物類の輸入依存度の高さは先進国の中で際だっております。

最近の世界を取り巻く情勢は、中国、インド、ロシア、ブラジル等の急速な経済発展（工業化）に伴う原燃料の国際市況の暴騰があります。また、近年、石油資源節約のため、地球温暖化防止のためとして、バイオエタノールなど農産物の食料用以外の需要が旺盛になっております。

しかし世界の農業生産は、温暖化、砂漠化、水不足等の制約も多く、ここ数年は横ばいの状態が継続しており、需要増に供給が追いつかない状況にあります。貴重な食料資源を、飢餓に瀕した人々が多いにも関わらず、石油代替に使用するのは如何なものでしょうか。

我が国でもバイオエタノール製造に着手し始めておりますが耕作放棄地や遊休農地を利用するなど、少しでも我が国農業の再興に役立て食料自給率向上につなげて欲しいものです。

今回は、安全で高品質な作物を生産するための方策、安全な農作物を低コストで安定的に生産するための方策、環境に調和し安定生産を実現する化学肥料の上手な使い方等について、解りやすくまとめてみました。

農業関係者の方はもちろん、普段は農業にあまり関心が無い消費者の方にも興味をもって読んでいただけるものと確信しております。
従来同様、ご活用いただければ幸いです。

平成19年6月
日本肥料アンモニア協会

目 次

第1章 安全な農作物を生産するために

1) 農作物の安全性・危険性にはどのような問題がありますか	2
2) 肥料が原因で作物がカドミウムなどによって汚染されますか	4
3) 肥料が原因で作物が放射能に汚染することはありますか	6
4) 野菜の硝酸塩は人の健康に対して悪い影響がありますか	8
5) 肥料が原因で作物がO157などに汚染されることがありますか	10
6) 農作物の安全性はどのように保証されるのですか	12

第2章 農作物を低コストで安定的に生産するために

1) わが国の食料自給率はどのくらいか	16
2) わが国は食料を海外からどのくらい輸入しているか	18
3) 肥料を使うと農作物の生産コストが高くなるか	20
4) 化学肥料を使い続けると農地は疲弊するか	22
5) 化学肥料は環境に悪い影響を与えるか	24
6) 化学肥料を使わないで日本の食料生産・供給は可能か	26

第3章 有機農業とは

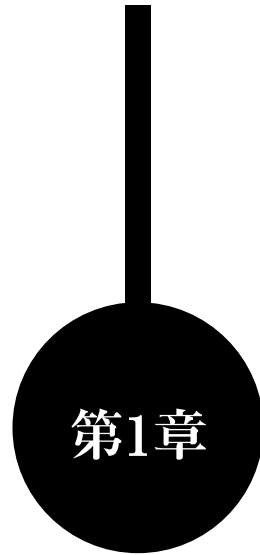
1) 有機農業とはどのような農業ですか	30
2) 有機農業推進法とはどのような法律ですか	32
3) 有機農業は環境に優しいのですか	34
4) 有機農業で生産した農産物は安全ですか	36
5) 有機農産物の品質は良いのですか	38
6) 有機農産物は低コストで生産できるのですか	40

第4章 有機質肥料と化学肥料

1) 有機質肥料にはどんな種類があるのですか	44
2) 有機質肥料と堆肥は同じか	46
3) 有機質肥料と化学肥料はどこが違うか	48
4) 化学肥料を使う土づくりもある—土づくり肥料	50
5) 必要なとき必要なだけ養分を放出する化学肥料—肥効調節型肥料	52
6) 窒素が硝酸になって流れるのを防ぐ化学肥料—硝化抑制剤入り肥料	54

第5章 食の安全・環境調和・安定生産を実現する化学肥料の上手な使い方

1) 土の状態を見ながら肥料を使う—土壌診断	58
2) 作物の状態を見ながら肥料を使う—栄養診断	60
3) 液肥だけを使った環境に優しい栽培—養液栽培	62
4) 必要なだけの養分を点滴で効果的に与える—養液上耕	64
5) 一回きりの施肥で省力的に栽培する—全量基肥施肥	66
6) 作物の根が吸収しやすい場所に肥料を施す—局所施肥	68



安全な農作物を生産するために

1) 農作物の安全性・危険性にはどのような問題がありますか

食品は私たちが毎日食べるものですからその安全性の確保は社会的に大きな関心事です。食生活が豊かになり、食品は多様化、流通も地球的な規模となり複雑になっており、これまで知られていなかった病原性微生物や化学物質による汚染問題が生じることがあり、その情報は瞬時にネットにより伝播します。しかもマスメディアは警鐘報道に跳びつきやすい傾向があります。

食物の安全性に関しては必要な基準が作られモニタリングもされていますが、消費者の不安感を消すのは容易ではありません。食物の安全情報を見きわめ、「あるある大事典Ⅱ」で暴露されたようなウソの(また捏造された)科学情報を見破ることも重要です。

食品安全性の確保には、まずどこにどのような危害(ハザード)があるのかを事前に予測し、その上でこのような危害をもっとも効率よく管理できる部分(必須管理点)を連続的に管理し安全を確保する管理手法が重要です。この手法を危害要因分析に基づく必須管理点(HACCP、ハシップ)といい、食品工業で使われています。管理が必要なのは、原料から製品まですべての工程です。いま適正農業規範(GAP)が議論されていますが、これが農産物生産過程における管理基準です。GAPについては農水省消費安全局(maff.go.jp/shohi_anzen/gap/index.htm)やNPO法人日本GAP協会の解説(jgai.jp/JGAI/index.html)などを参考にしてください。

これまで具体的に食品の危害として問題になった主なものは表1に、また中毒の発生率を表2に示しました。

表1 食品中の混在物でリスクが指摘されている主なもの

病原性微生物	O157, サルモネラ, リステリア, セレウス菌など
自然毒	カビ毒, 毒キノコ, フグ毒, 毒性植物など
重金属	カドミウム, 水銀, ヒ素, 鉛など
化学物質	残留農薬, 硝酸態窒素など
異物の混入	ガラス片, 金属片, 毛髪など

表2 我が国における食中毒の主な原因物質(2002年)

原因物質	発生率(%)
細菌(総数)	74.4
うち サルモネラ属菌	25.1
カンピロバクター属	24.2
小型球形ウイルス	14.2
腸炎ビブリオ	12.4
病原大腸菌	5.2
うち 腸管出血性大腸菌	0.7
ブドウ球菌	3.9
ウェルシュ菌	2.0
セレウス菌	0.4
ウイルス	14.5
自然毒	6.6
化学物質	0.5
その他	0.1
不明	3.8

発生総数 1850件。厚生労働省食品安全部 食中毒・食品監視関連情報。

2) 肥料が原因で作物がカドミウムなどによって汚染されますか

カドミウムは人間の健康にプラスになることはなく、すべての起源で「合理的に到達可能で最低 (ALARA, as low as reasonably achievable) の水準に保つこと」が必要と国際的に合意され、WHO (世界保健機構) で人間に対する一日許容摂取量が確立されています。そのためEUでは食品中の濃度についてコーデックスとして基準を設定しています。この基準については農林水産省 (maff.go.jp/cd/index.html)、厚生労働省 (mhlw.go.jp/noudou/2003/12/h1209-1c.html)、あるいは農業環境技術研究所 (niaes.affrc.go.jp/magazine/064/mgn06406.html) で詳しく知ることができます。

肥料ではすでに1970年代に我が国で世界最初の規格が設定されました。この規制値ができてから、肥料生産業者はカドミウム濃度の低いリン鉱石を選んで肥料を作っており、現在流通している肥料では20~30 mg Cd/kg P₂O₅ 程度 (規格の上限値の1/7~1/5) になっています。EUでの議論からみると、現在の肥料中カドミウム水準では施用土壌中でカドミウム濃度を増加させることはないと考えられます。

土壌中の濃度上昇は、すぐには植物中の濃度の上昇にはなりません。陽イオンである重金属は根の組織がバリアーとなって吸収が妨げられるのが通常です。リン酸肥料を連用した時の植物中カドミウム濃度については、アメリカにおける長期連用試験のデータがあります。100年以上連用しても植物中ではカドミウム濃度の上昇は認められていません。

表 イリノイ大学モロー長期連用試験区におけるトウモロコシとダイズ中の
カドミウムおよびニッケル含量

処理区	トウモロコシ			ダイズ		
	収量 t/ha	Cd濃度 mg/kg	Ni濃度 mg/kg	収量 t/ha	Cd濃度 mg/kg	Ni濃度 mg/kg
無リン酸区	3.7	0.020	2.5	2.3	0.062	5.8
堆肥区	6.2	0.011	2.7	3.2	0.032	3.9
TSP区	10.2	0.028	1.4	3.4	0.035	3.4
堆肥+TSP区	10.5	0.016	3.3	3.5	0.022	2.9

TSP=重過リン酸石灰.
Mortvedt and Beaton, 1995.

3) 肥料が原因で作物が放射能に汚染することはありますか

微量の放射性物質は地球上のどこにでもあります。このような自然放射能以上に集積することがあるかが問題です。カリウム肥料には自然に存在する放射性カリウムがあり、またリン鉱石中にはウランなどが含まれていますが、このような肥料を施用しても、土壌・植物で放射性物質が自然放射能の水準以上に増加することはありません。

自然放射能は、大地からの放射線、宇宙からの放射線(宇宙線)、食物から取り込む放射線、呼吸によって取り込む放射線の4種に分けられます。そのうち最も放射能が高いK-40は非放射性カリウムと化学的にはまったく同じように挙動するので、通常の技術で除去することはできません。「本質的に制御不可能な線源であり、規制手段の範囲から除外することになっています(放射線審議会基本部会、2002)。

土壌中に存在する放射性核種としてはK-40のほか、ルビジウム-87が多く、ウラン-238、トリウム-232、鉛-210なども微量ですが検出できます。

リン鉱石に由来するウラン、トリウム、ラジウムを植物はほとんど吸収することはありません。表にはリン酸肥料を長期連用した圃場で生育した植物中の放射性核種の濃度を示しましたが、自然放射性物質のレベル以下で問題はありません。

肥料を取り扱う際の被ばくについては、放射線審議会基本部会において規制が必要でない一般消費財として取り扱ってよいことに決まっています。施肥作業の際の年間被ばく線量は、「対応のための目安」を十分にクリアしています。

表 リン酸肥料を長期連用した土壤中で生育した植物中の放射性核種の濃度
 ウラン、トリウム濃度は mg/kg、ラジウム濃度は Bq/kg

植物と部位	ウラン濃度		ラジウム濃度		トリウム濃度		試験場所
	無施用区	連用区	無施用区	連用区	無施用区	連用区	
トウモロコシ子実	0.01	0.01	0.7	0.4	0.01	0.01	A
トウモロコシ子実	0.01	0.01	0.4	0.4	0.00	0.01	B
コムギ子実	0.00	0.01	1.5	2.6	0.02	0.00	
チモシー乾草	0.04	0.06	1.5	2.6	0.02	0.00	
コムギ子実	0.01	0.00	0.4	0.4	0.01	0.01	C
コムギワラ	0.02	0.03	0.7	1.1	0.01	0.01	
トウモロコシ子実	0.01	0.01	0.7	0.4	0.01	0.01	D
トウモロコシ葉	0.01	0.01	0.7	0.7	0.01	0.01	
ダイズ子実	0.01	0.01	0.7	0.7	0.01	0.01	

ラジウムは²²⁶Ra。連用したリン酸肥料は重過リン酸石灰(TSP)。
 試験場所 A=イリノイ大学、B=ミズーリ大学、C=オクラホマ州立大学、D=アラバマ・オーバン大学。

4) 野菜の硝酸塩は人の健康に対して悪い影響がありますか

硝酸塩の毒性はそれほど高いものではありません。硝酸カリウムは紀元前から医薬品として大量に使われていましたし、ハム・ソーセージなどの肉製品の添加物として問題なく使われています(リロンデル、2002)。

生後3か月以内の乳児に対して硝酸塩の多い井戸水を飲ませるとメトヘモグロビン血症が発生することがあり、欧米で問題になりました。発症すると顔色が青くなるのでブルーベビー症とも呼ばれています。しかしこの発生は欧米では最近では激減しています。発生は井戸水が家畜・人間の排せつ物などで汚染された場合であり、井戸水の構造・場所の選定を適切にすることで防止が可能になりました。また発生しても容易に回復させることができ、致命的なものではなくなりました。病後の予後もよく、後遺症も報告されていません。

もうひとつの大きな問題は硝酸塩、亜硝酸の発ガン性ですが、これは完全に否定されています。国立衛生試験所の前川ら(1982)が行ったラットに対する硝酸ナトリウム、亜硝酸ナトリウムの長期給与試験において、結果が有意だったのは造血器官における腫瘍の発生だけであり、しかもその影響は発生を減らす方向で有意だったのです。

野菜や果実を食べると胃ガンの発生が抑制されることについては厚生労働省から疫学的調査結果が発表されています。少しでも野菜や果実を食べる人は食べない人に比較して胃ガンの発生は低くなっています。

EUではホウレンソウ・レタスなどの硝酸塩濃度の基準が設定されていますが、これは国によって国内基準が違くとEU域内で流通が混乱することが設定の理由であり、必ずしも健康にリスクがあるからではありません。

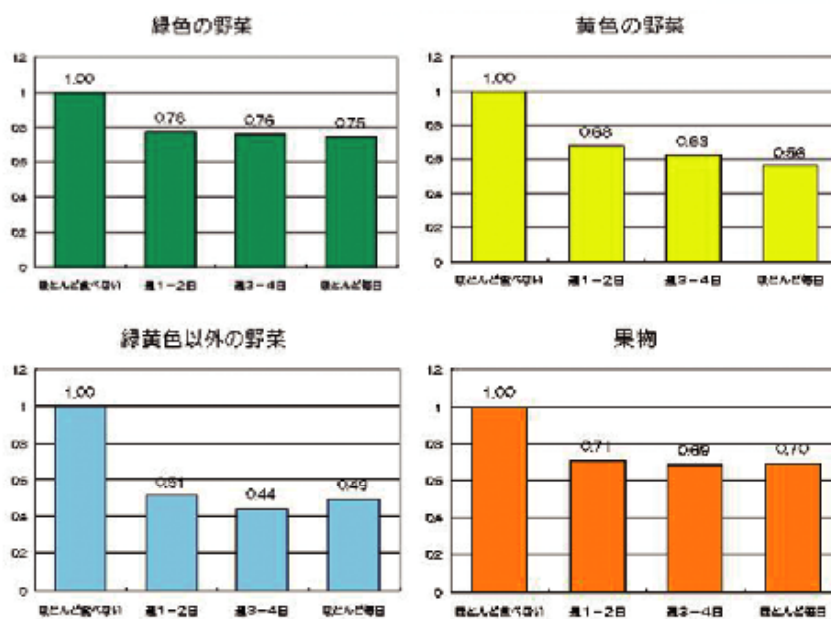


図 野菜・果実は少量でも胃ガンの発生が減少する(厚生労働省多目的コホート研究、2002)

5) 肥料が原因で作物がO157などに汚染されることがありますか

家畜ふん、下水汚泥などの有機性資材は、病原性微生物により汚染されていることがあります。とくに牛ふんではO157が検出されることが多く、不適切な処理、取り扱いで食品が汚染される可能性があり、有機栽培野菜でも大腸菌群が検出されています。堆肥化、乾燥などの際には60℃以上となるように処理し、また製品堆肥と生原料が接触しないようにして再汚染を防ぐことが重要です。

生で食べたり、または加熱が不十分となりやすい食品には注意が必要です。洗浄、加熱などにより食品を衛生的に取り扱うことが必要です。O157は75℃で1分間の加熱で死滅しますが、生野菜は加熱することがありませんので、生産・流通のすべての段階で衛生的に取り扱うことが求められます。

ウシは保菌率が高く、イギリス、ノルウェーでの調査では13～20%ものウシから検出されています。わが国でも1996年以降の調査で1.0～1.5%となっています。現在のところウシの腸管でO157を選択的に除去する方法はないので、ウシふん便に起因する中毒の危険は今後とも続くと考えなければなりません。

堆肥製品から大腸菌、サルモネラを検出した例は表1に、また有機栽培野菜、土壌、有機資材での調査例は表2に示しました。ここに示した大腸菌群には非病原性のもも含まれ、必ずしもO157を検出したものではありませんが、汚染の可能性はあることは不定できません。

表1 堆肥製品からの大腸菌群、大腸菌、およびサルモネラの検出率〔ゲンら(2005)より〕

菌 群	検 査		菌数の範囲*		分離菌種
	試料数	陽性率 (%)	乾物 g 当たり		
大腸菌群 ^{2*}	29	37.9	ND~2.5_10 ⁶		<i>Escherichia coli</i> , <i>Escherichia vulneris</i> , <i>Buttiauxella agrestis</i> , <i>Pantoea sp.</i>
大腸菌 ^{3*}	12	0	ND		
サルモネラ ^{3*}	12	16.7	ND~6.0_10 ³		<i>Salmonella spp.</i>

* コロニー形成単位。ND(不検出)は20 cfu g⁻¹以下。

^{2*} 牛ふん堆肥15点、下水汚泥堆肥2点、鶏ふん堆肥4点、生ごみ堆肥8点。

^{3*} 牛ふん堆肥6点、生ごみ堆肥6点。

表2 有機栽培野菜、土壌、有機肥料などにおける大腸菌群などによる汚染

〔上田・桑原(2002)より〕

試 料	試料数	大腸菌群		ふん便性大腸菌群		セレウス菌	
		陽性率 (%)	菌数 ^{2*} log CFU/g	陽性率 (%)	菌数 ^{2*} MPN/g	陽性率 (%)	菌数 ^{2*} log CFU/g
有機栽培野菜	153	98	2.8	0	0	84	2.4
市販野菜	44	56	4.5	0	0	39	2.7
有機栽培土壌	101	100	3	7	4.7	10	4.8
市販合成有機肥料	19	0	0	0	0	68	2.8
有機肥料原材料*	11	64	3.7	36	57	72	2.4

* 有機肥料原材料は、魚かす、ナタネ油かす、肉骨粉、皮粉、ふすま、おから、魚粉、ぼかし肥料、トウゲン、バウムフードおよび骨粉各1点。

^{2*} 原報告には範囲(標準偏差)を示してあるが、ここでは省略。

6) 農作物の安全性はどのようにして保証されるのですか

2003年5月に食品の安全を確保することを目的とした食品安全基本法が成立し、この法律に基づいていろいろな規制が行われています。輸入農産物については検疫法、植物防疫法による検査が行われています。

農産物の生産段階について、農林水産省は2004年に「生鮮農産物安全性確保対策事業」を開始し、また2005年には「『食品安全のためのGAP』策定・普及マニュアル」を公表しています。このGAP(適正農業規範)は、危害(ハザード)を避けるために危害要因を分析し、栽培から収穫までの工程ばかりでなく、農産物の洗浄、選別、保管、出荷、輸送に至るまでの各段階での対策をたて、管理する方法をとりまとめたものです。1)に詳しい情報の入手方法をあげてあります。工程ごとにもっとも効率よく管理できる必須管理点を明らかにして対策をたてるとともに、それが実際に確実に行われているか、またそれを第三者を入れて確認する体制を作ることが重要です。また許容限界から外れた状態で生産された場合に、その製品の処理(廃棄、再検査、他の製品への転換)を行うとともに再発防止の手段を講ずる「是正処置」が大事です。HACCPでも、認証の取得が目的となってしまう、その実行が必ずしも行われないことが、平成19年初めにあったF家による賞味期限切れの菓子類販売事件で明らかになりました。

公的機関あるいは民間団体で策定される基準を研究して個々の条件に適合する(一人よがりではなく第三者にも認められる)手段を選択し、また実施に当たっては管理記録を確実に残すことが必要です。

農産物の流通経路では食品のトレーサビリティが重要になっています。トレーサビリティとは「追跡できる能力あるいは可能性」のことです。牛肉ではトレーサビリティシステムを作ることが義務化されています。農林水産省のホームページ(maff.go.jp/trace/top.htm)をみてください。全農の安心システム(zennoh.or.jp/zennoh-anshin/)の仕組みは図に示しました。

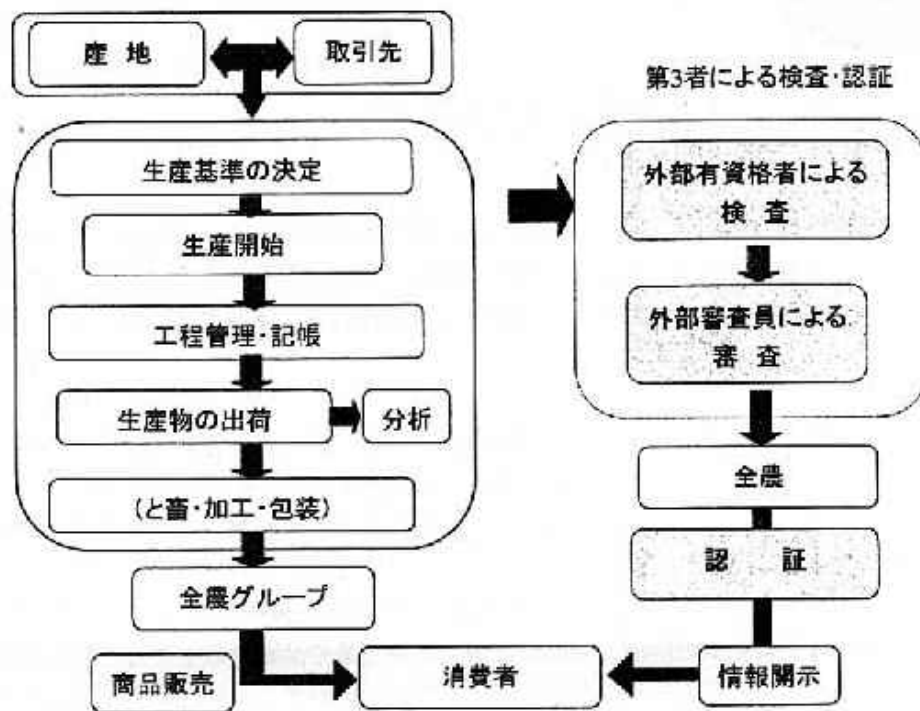
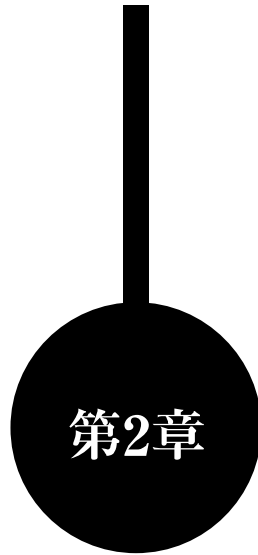


図 全農安心システムの基本概念



第2章

農作物を低コストで
安定的に生産するために

1) わが国の食料自給率はどのくらいか

わが国の食料自給率(カロリーとして)は1965年度には73%ありましたが、その後の食生活の変化にともなって年々低下し、1998年以降では40%(8年連続横ばい)に過ぎず、主要先進国の中では最低の水準です。

●品目別の自給率

穀物の自給率を見ると、コメは95%と高いのですが、コムギは14%、豆類は7%しか自給できていません。また、畜産物の消費量が増加したことにもなると、家畜の飼料用穀物(トウモロコシ、ソルガムなど)の輸入量が大きく増加しました。肉類、鶏卵、牛乳・乳製品の自給率はそれぞれ54%、94%、68%と比較的高いのですが、これらを支える飼料の自給率は25%ときわめて低く、飼料用穀物も含めた穀物全体の自給率は28%に過ぎないのです。

●世界各国の穀物自給率

この穀物自給率は、世界173の国・地域の中で124番目、OECD加盟30か国中28番目であり、食料の安定確保という観点に立てば、非常に不安定な状況にあります。

もし世界的な気象変動などが起こって、農産物の輸入が十分行われなくなれば、大幅な食料の不足が引き起こされることとなります。お金さえ払えば、いつまでも食料を海外から輸入できると安心してはられません。できるだけ国内で食料生産できる態勢を作って自給率を向上させ、食料の安定供給を確かなものにしなければなりません。

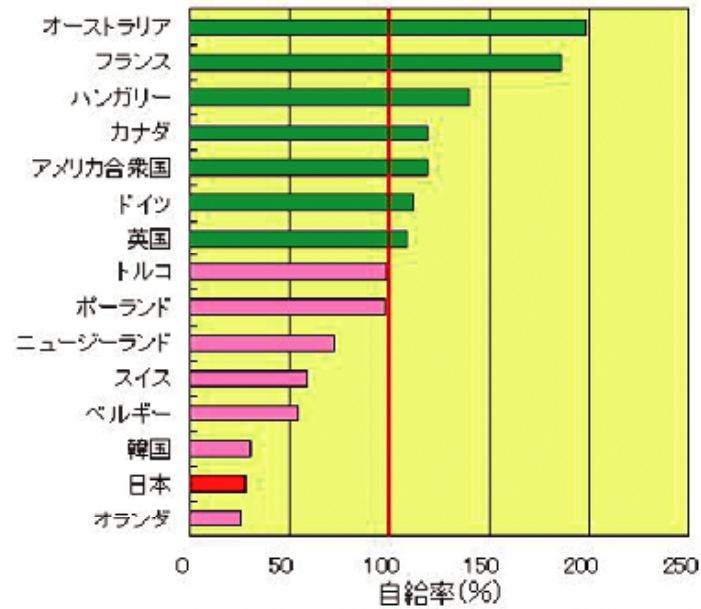


図1 日本の穀物自給率を世界の国々と比較すると

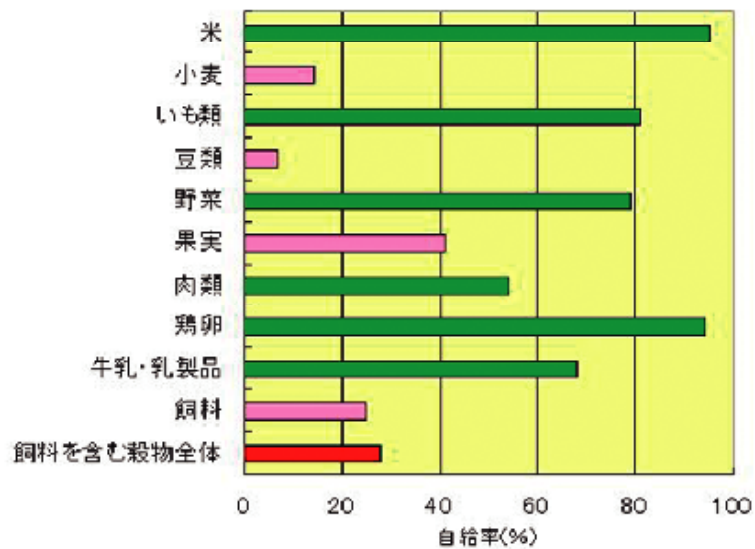


図2 小麦、豆、飼料作物などの自給率はとても低い

2) わが国は食料を海外からどのくらい輸入しているか

食料の輸入量は自給率の裏返しですから、カロリーで60%、穀物全体では72%を海外から輸入していることになります。

●食料(農産物・水産物)の輸入額は?

わが国の食料輸入量を金額ベースで見ると、農産物は1970年に1兆5千億円だったものが2005年には4兆8千億円と約3倍に増加しています。金額的にとくに高いのは豚肉、タバコ、トウモロコシ、果実などです。最近とくに問題となっているのは、トウモロコシがバイオエタノールの原料に用いられ、価格が高騰していることで、家畜飼料の確保が困難になっています。水産物については、1千億円が1兆7千億円と約17倍にも増えています。とくに輸入額が多いのはエビ、カツオ・マグロ、サケ・マスなどですが、これらの資源も有限で、将来的に確保できる保証はありません。

●天ぷらそばの材料はどこから来ている?

いかにも日本的な食べ物である天ぷらそばは、どこで生産されたものが材料として使われているのでしょうか? まず、そばは85%が中国など、天ぷらのころもに使う小麦粉は86%がオーストラリア、アメリカ、カナダから輸入されています。エビは95%がタイ、ベトナム、インドネシアなどから、また天ぷら油や醤油の原料となる大豆は97%がアメリカ、ブラジル、カナダなどからの輸入です。このような純日本風の食べ物の大部分の材料を海外に依存しているとは、このままでよいのだろうかと考えさせられますね。

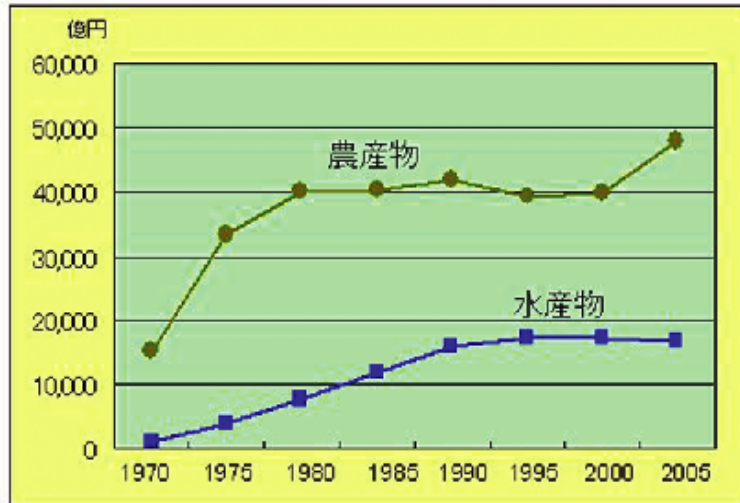


図1 食料(農産物、水産物)の輸入金額の推移

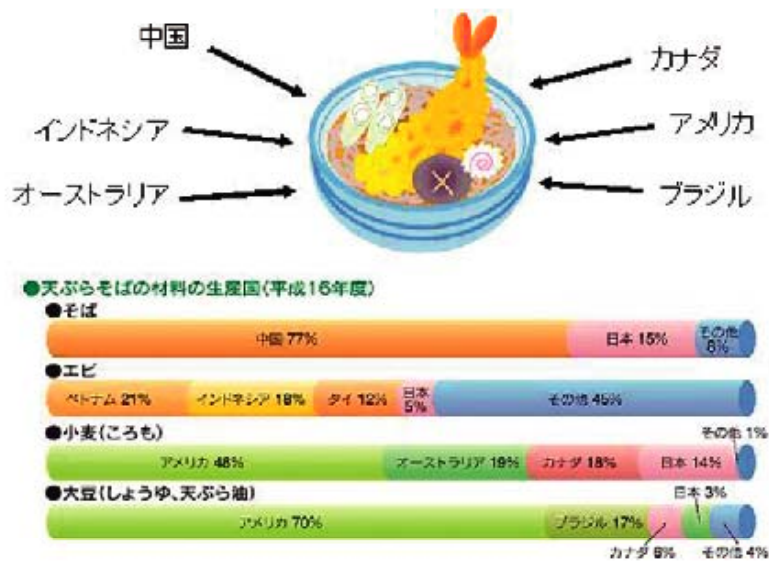


図2 天ぷらそばの材料はどこから？

農林水産省HPより

3) 肥料を使うと農作物の生産コストが高くなるか

農作物の生産費に占める肥料費の割合はごくわずかです。また、作物の生産に養分の補給は必須ですから、肥料を使わないと収量は大きく減少し、生産コストはかえって高いものになります。

●生産費のうち肥料費はごくわずか

米の生産費のうち、肥料費は20年以上まえには10a当たりで11,136円、これは生産費の8.1%にすぎません。最近ではこの費用はさらに低下しており、10a当たりの生産費120,715円のうち肥料費で7,802円、全体のわずか6.5%です。

このように米の生産費で肥料費が減っているのは、米の高品質化を指向しているためと思われます。米の食味は子実中のタンパク質含量と密接な関係があり、タンパク質含量が高まると食味が落ちるので、窒素の施肥量を控える傾向にあります。しかし、施肥量をこれ以上減らせば、収量は大きく減少するでしょう。肥料を全く使わなかった場合、生産費の低下は6.5%にすぎませんが、米の収量はおそらく20～25%程度は減少するでしょう。米の収量が10a当たり500kgから375kgになった場合、米10kg当たりの生産費は、2,400円から3,000円に増加してしまいます。

●有機質肥料や堆肥を使えば安く生産できるか?

化学肥料を使わず、菜種油粕などの有機質肥料や牛ふん堆肥などを使えば、生産費はどうなるでしょうか？ 可給態(作物が吸収できる形の)養分量を同じにして計算すると、有機質肥料は化学肥料の3～4倍コストがかかり、かなり高くなります。また、堆肥は肥料に比べて養分含量が低く大量に施用しなければなりませんので、労働費が高くなります。

作物に養分を供給する資材としては、化学肥料がもっとも低コストと言えるでしょう。

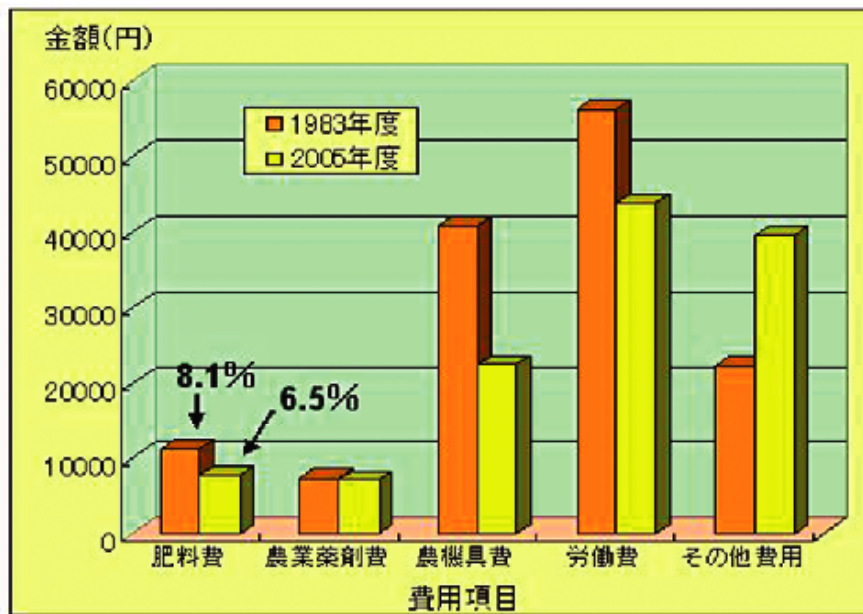


図 10アール当たり米の生産費(1983および2005年度)

4) 化学肥料を使い続けると農地は疲弊するか

化学肥料だけを使い続けても、世間でいわれているように、農地が疲弊するというわけではありませんが、化学肥料に加えて有機物を施用すると、地力・収量は確かに上がります。

●水田は地力が落ちない!

農林水産省土壌保全対策事業の一環として、約20年間にわたり、全国の公立試験研究機関で長期連用圃場試験(土壌環境基礎調査1979~1997)が実施されました。その結果を見ると、水田では化学肥料だけを20年間使い続けても地力は落ちないし、収量は20年前と比べて全く落ちていません(図1)。

●畑では多少地力が下がる!

畑作物には様々なものがありますが、全ての平均値をみると、化学肥料だけを使い続けても収量はとくに下がっていません(図1)。ただし、作物別にみると傾向は異なります。化学肥料だけを使い続けた場合、葉菜類・果菜類・イモ類は減収、根菜類は変化がなく、豆類は初め増収し15年以降減収しています(図2)。また、地力に関しては、化学肥料だけを使い続けると物理性が悪化する事例が多く見られるなど、地力は多少落ちると考えられます。

●化学肥料に加えて有機物を施用すると地力・収量が上がる

とくに畑では、化学肥料に加えて堆肥などの有機物を10アール当たり1.5トン程度連用すると地力・収量が上がります(図1)。ただし、有機物施用による増収効果は作物によって異なり、葉菜類・イモ類では効果が大きいのですが、果菜類では小さいようです(図2)。

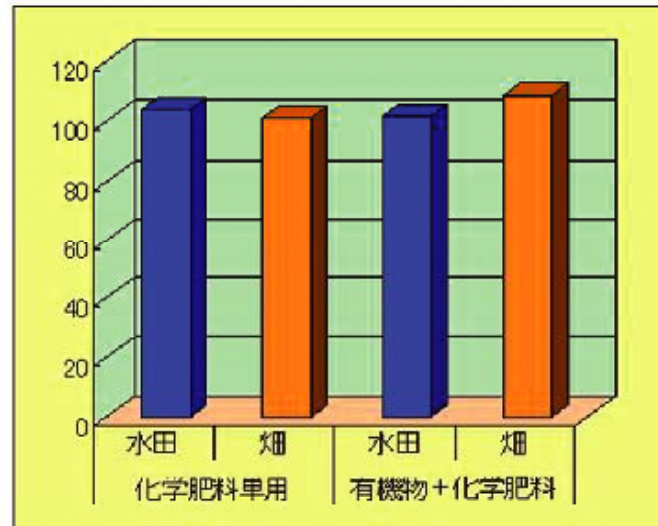


図1 20年間肥料を連用した場合の作物収量の変化(草場)

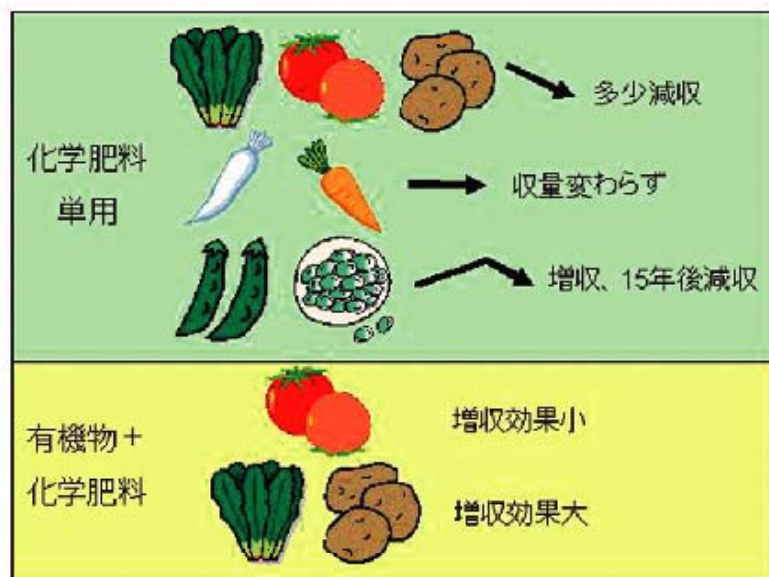


図2 肥料を20年間連用した場合の作物別に見た収量の変化(草場)

5) 化学肥料は環境に悪い影響を与えるか

農業生産自体が環境に影響を及ぼしており、肥料がその原因の一つになっているのは事実です。しかし、化学肥料だけが悪い影響を与えるわけではありません。有機質肥料でも堆肥でも多量に施用すれば同じように養分が流出します。これらの養分を出来るだけ効率的に作物に吸収させ、環境への負荷を減らす環境保全型の施肥管理を行うことが重要です。

●肥料を不適切に使うと環境にどんな影響を与えるか

養分の中で、環境に最も大きな影響を与えるのは窒素です。作物が吸収できないほど多量の肥料を施用すると、吸収されなかった窒素は、土壌中の微生物（硝化菌）の働きで硝酸態窒素の形になります。硝酸態窒素は土に吸着されにくいので、畑では水に溶けて土壌中を浸透しやすく、地下水汚染の原因になります。水田では、硝酸態窒素のかなりの部分が、土壌微生物（脱窒菌）の働きで窒素ガスとして大気中に放出されます。これ自体は水田の浄化機能といえますが、同時に微量の亜酸化窒素（温室効果ガス）を放出するため、地球環境にも負荷を与えることになります。ここで、あえて「化学肥料」としなかったのは、有機質肥料や堆肥であっても、土壌中で分解すれば窒素は化学肥料と全く同じ動きをするからです。

●環境への影響を減らすには

施肥した肥料の養分を効率的に作物に吸収させることができれば、環境中に流出する養分の量を減らすことができます。そのために、土壌や作物の栄養状態を診断しながら必要な量を施肥する方法、作物が必要とする量だけ養液で与える方法、作物の根が吸収しやすい場所に肥料を施す方法など、多くの環境保全的な施肥技術が開発されています。詳しくは、「第5章 食の安全・環境調和・安定生産を実現する化学肥料の上手な使い方」をご覧ください。

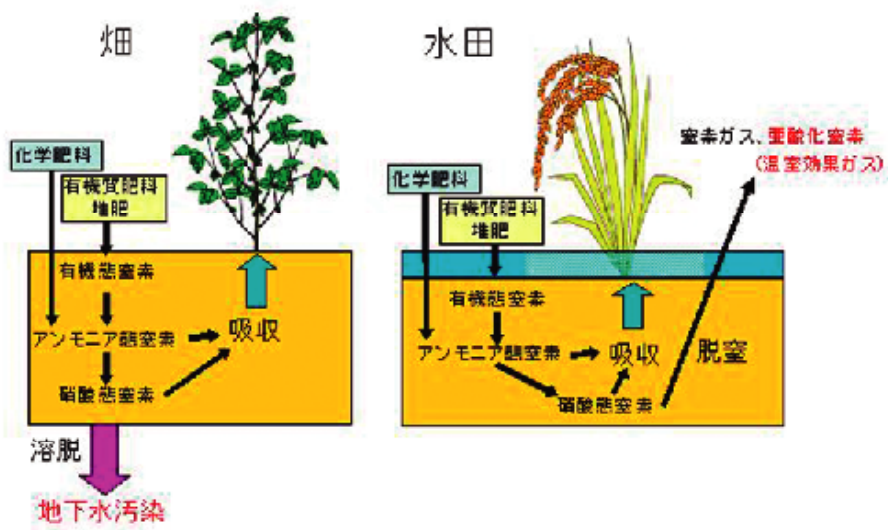


図 畑と水田における施肥窒素の挙動

6) 化学肥料を使わないで日本の食料生産・供給は可能か

●全ての作物が吸収する養分量

現在、わが国で生産されている作物は、合計でどのくらいの量の養分を吸収しているのでしょうか。窒素について考えてみましょう。平成6年に推計した数値がありますが、その後作付け面積が約15%減少したことを勘案し、単純に計算してみると、全ての作物は合計で、約48万トンの窒素を吸収していることとなります。これに対して、現在の化学肥料としての窒素の使用量は47.5万トンであり、ほとんど均衡しています。ただし、作物は施肥した養分の全てを吸収できるわけではありません。化学肥料だけでなく、有機質肥料、堆肥、水田では稲わらなどを施用して、これだけの吸収量が確保できているのです。

●作物が必要とする養分を有機質肥料で代替できるか

化学肥料を使わないとした場合、有機質肥料は十分確保できるのでしょうか。有機質肥料には、魚かす粉末、肉骨粉、なたね油かすなど様々な肥料がありますが、年間生産量と輸入量の合計を合わせても69.5万トン、それに含まれる窒素の量は3.8万トンにすぎません。また、堆肥などの特殊肥料が約440万トン生産されていますが、それに含まれる窒素量は4～10万トン程度かと思われます。いずれにしても化学肥料に比べれば、極めて少ない量です。しかも、これらは化学肥料とともにすでに使用されています。これ以上に、化学肥料を代替するだけの有機質肥料を生産・輸入することは困難なことと思われます。

●有機性廃棄物の活用は？

一方、わが国では、年間約2億8千万トンの有機性廃棄物が発生しています。これらの廃棄物に含まれる窒素総量は約130万トンと推定されており、養分量だけをみれば十分な量があります。現在、循環型社会構築の観点から、一部ではリサイクルが実施されていますが、収集や処理・加工に膨大な労力・コストがかかり、将来的にみても、廃棄物のリサイクルで化学肥料の代替ができるようになるとは思われません。

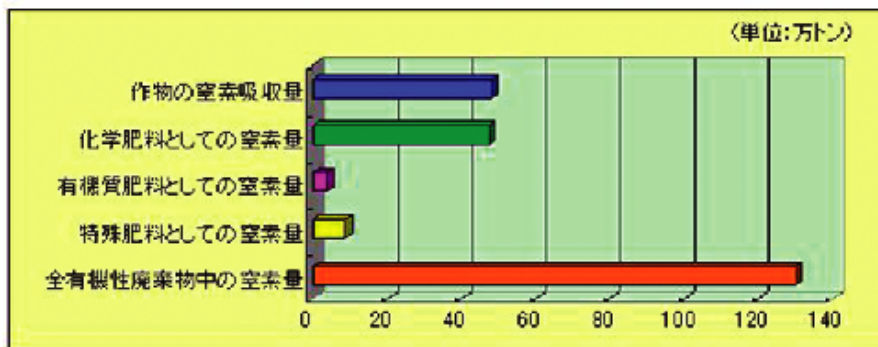


図1 作物の窒素吸収量と肥料・廃棄物中の窒素量

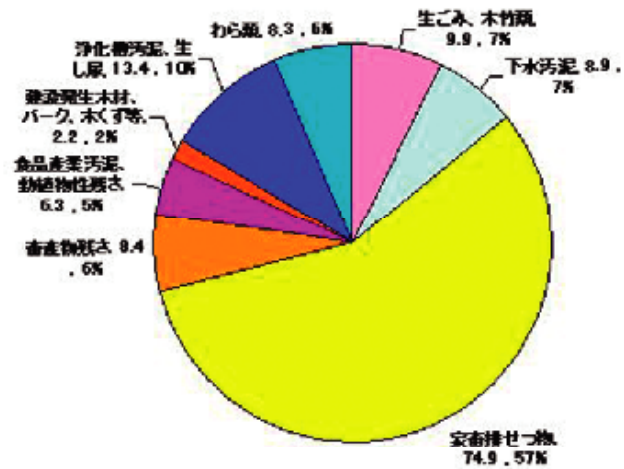
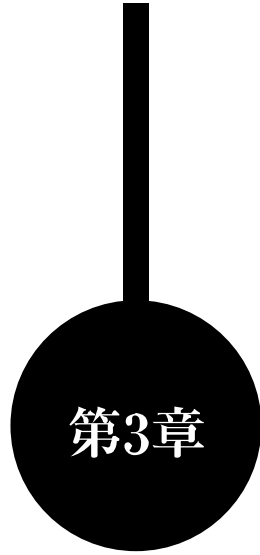


図2 わが国で発生する有機性廃棄物の種類と窒素量



有機農業とは

1) 有機農業とはどのような農業ですか

有機農業は化学肥料や農薬など人工品を使わないで、自然に存在する資材を用いて農産物をつくることです。

「有機農業」についての厳密な定義は国や団体によって異なる部分がありますが、有機農業の推進に関する法律では「化学的に合成された肥料及び農薬を使用しないこと並びに遺伝子組換え技術を利用しないことを基本として、農業生産に由来する環境への負荷をできる限り低減した農業生産の方法を用いて行われる農業」と定義されています。

有機農業の基本は、自然の循環機能を利用して環境への負荷を低減させる農法のことですが、具体的には次のふたつになります。

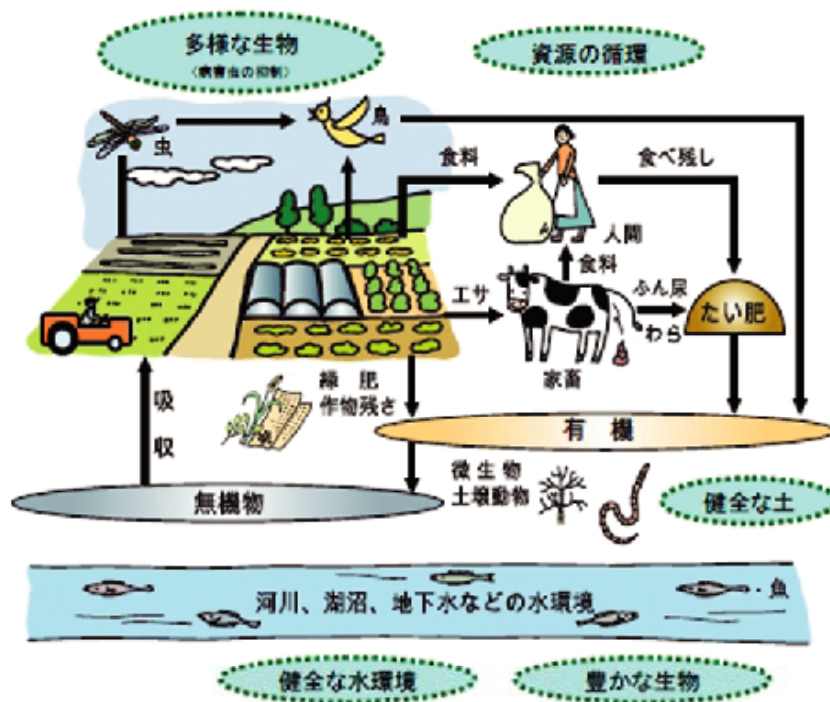
①多様な生物で構成される生態系の形成により、自然が有する機能を最大限活用して病害虫等を抑制し、健全な作物生育をはかる。

②家畜排せつ物の活用や食品リサイクルなどの推進により資源の循環をすすめ、環境にかかる負荷を抑制する。

昔の、人口の少なかった時代には、食料を生産する農業は人工的な資材を全く使わないで自然の機能を利用した生産活動が可能でした。しかし、人口が増加するとともに生産の効率化が不可欠になり、化学肥料や農薬が発明されたのです。これらの資材は便利のために多量に使いすぎ、その反省から有機農業が見直されるようになりました。

しかし、有機農業だけでは地球上の全ての人類の食生活をまかなうことはできません。自然の仕組みを最大限に利用しながら、化学肥料や農薬を適切に利用した生産が必要です。

○ 有機農業による環境と調和のとれた農業生産



農水省HPより

2) 有機農業推進法とはどのような法律ですか

有機農業を推進するために、国や自治体が行う基本理念を定めた法律です。

「有機農業の推進に関する法律」(有機農業推進法)は超党派の有機農業推進議員連盟による議員立法で、平成18年12月8日に成立しました。

有機農業推進法は15条からなっており、「有機農業の推進に関し、基本理念を定め、並びに国及び地方公共団体の責務を明らかにするとともに、有機農業の推進に関する施策の基本となる事項を定めることにより、有機農業の推進に関する施策を総合的に講じ、もって有機農業の発展を図ることを目的」と(第1条)としています。

有機農業は「化学的に合成された肥料及び農薬を使用しないこと並びに遺伝子組換え技術を利用しないことを基本として、農業生産に由来する環境への負荷をできる限り低減した農業生産の方法を用いて行われる農業」(第2条)であると定義されています。

また、基本理念として、①自然循環機能を増進させ、環境負荷を低減させるものであること、②農業者やその他関係者が積極的に有機農産物の生産、流通・販売に取り組むことができること、③農業者やその他関係者が消費者との連携を図りながら行うこと、④有機農業の推進は農業者や関係者の自主性を尊重しつつ行わなければならないこと、が掲げられています。

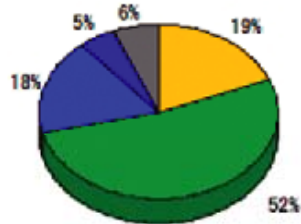
そして農林水産大臣は基本方針を定める(第6条)こととされており、これに則して都道府県は推進計画を定めなければなりません(第7条)。

このほか有機農業者等の支援(第8条)、技術開発や成果の普及(第9条)等がうたわれています。

しかし、本法律は抽象性の高い理念的な色彩が濃く、有機農業推進法成立にともなって具体的にどのような政策が実施されることになるのかは、これから決まるものと思われま

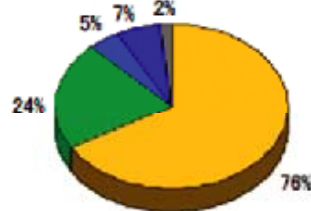
○ 消費者による有機農産物の購入

①有機農産物の購入頻度



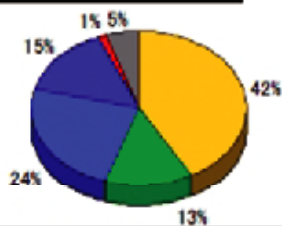
- 「よく購入する」
- 「たまに購入する」
- 「ほとんど購入しない」
- 「全く購入しない」
- 「分からない」

②有機農産物を購入する理由
(複数回答(2つ以内))



- 一般の農産物より安全・安心だと思うから
- 健康に良さそうだから
- 環境にやさしい農産物だから
- 一般の農産物より美味しそうだから
- その他・無回答

③有機農産物の今後の購入意向



- (今後も)購入したい
- 特徴が理解できれば購入したい
- 価格が低くなれば購入したい
- 表示が信頼できるようになれば購入したい
- 購入したくない
- その他・無回答

(参考)
①で有機農産物を「全く購入しない」又は「ほとんど購入しない」と回答した主な理由

- ・ 普通の農産物より高いから
- ・ 近所に売っていないから
- ・ 本当に有機農産物であるか信用できないから

資料)農林水産省 消費・安全政策課
「平成16年度食料品消費モニター
1回定期調査結果」

6

農水省HPより

3) 有機農業は環境に優しいのですか

有機農業でも堆肥や有機質肥料を多量に施用すれば環境に負荷をかけます。

有機農業は、土のもつ生産力や自然循環機能を維持活用し、環境に配慮した農業のため、環境に負荷をかけることがないと考えられていますが、多量に施用すれば環境に負荷をかけることになります。

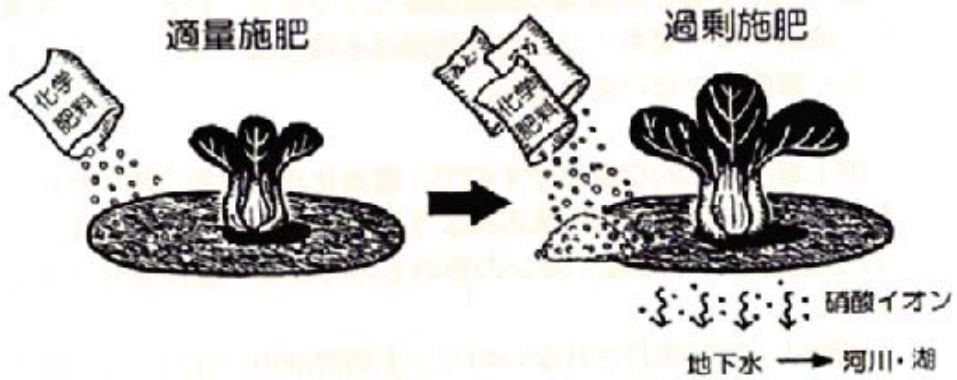
農作物は、生育に必要な、窒素、リン酸、カリ等の無機成分を根から吸収することによって生育します。ごくわずかの有機物も直接吸収できるようですが、大部分の栄養は無機塩類として吸収されます。

堆肥や有機質肥料は、施用後に土壤中で微生物により分解され、窒素成分はアンモニアや硝酸に、リン酸やカリは無機塩となって作物に吸収されるので、作物に吸収されるメカニズムは、化学肥料と変わりはありません。

化学肥料は作物に必要な養分だけで作ったものであり、ほとんどの成分が作物生育に使われるのですが、堆肥や有機質肥料では、含まれている肥料成分のうち、微生物により分解され農作物に吸収されるのはほんの一部です。残りは土壤中に蓄積してゆっくり分解するため、作物のない時期に養分が放出されると地下に流亡し、地下水等の環境を汚染することがあるのです。

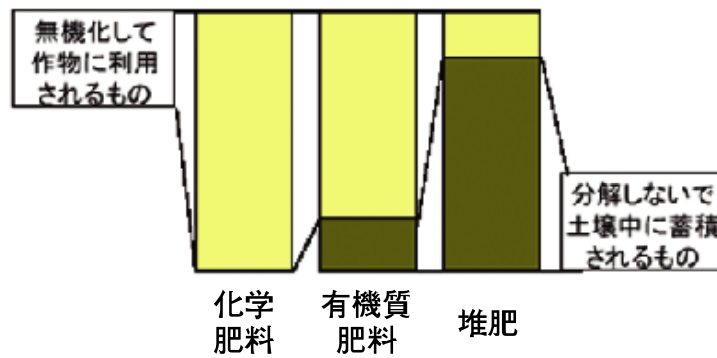
ただ、化学肥料は、肥料成分の含量が高く、粒状で扱いやすい性状をしているため、必要以上に施用されやすい性質があります。

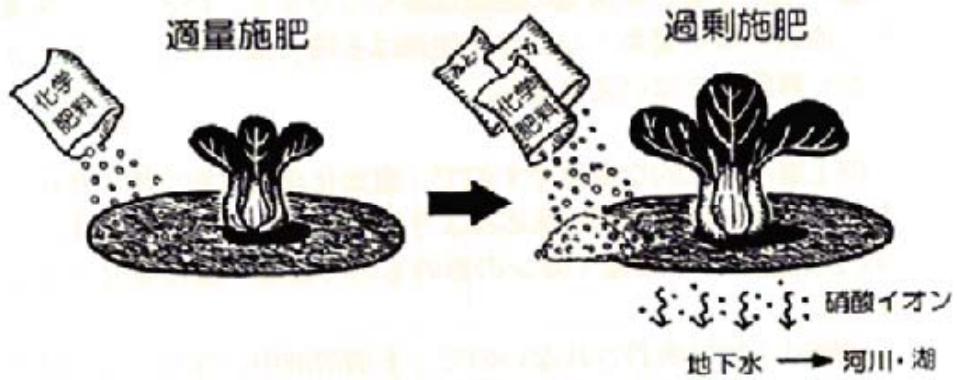
堆肥や有機質肥料も化学肥料と同様に必要以上に使えば環境を汚染することがあるので、有機質肥料が環境に優しいとは言いきれません。環境にやさしい農業のためには、色々な肥料の特性を生かし、適量の堆肥と適量の有機質肥料や化学肥料を組み合わせる使うことが大切です。



肥よく度維持・土地の荒廃防止 地下水汚染・水系の富栄養化

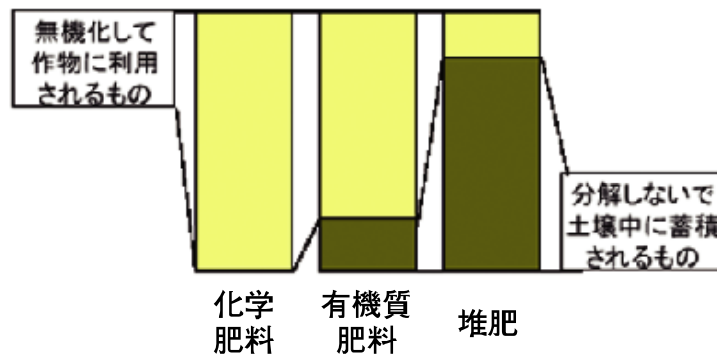
化学肥料と有機肥料の 土壌における窒素分解率の違い





肥よく度維持・土地の荒廃防止 地下水汚染・水系の富栄養化

化学肥料と有機肥料の 土壌における窒素分解率の違い



4) 有機農業で生産した農産物は安全ですか

有機栽培だから安全ということはありません。化学肥料を使っても安全で高品質な農産物ができます。

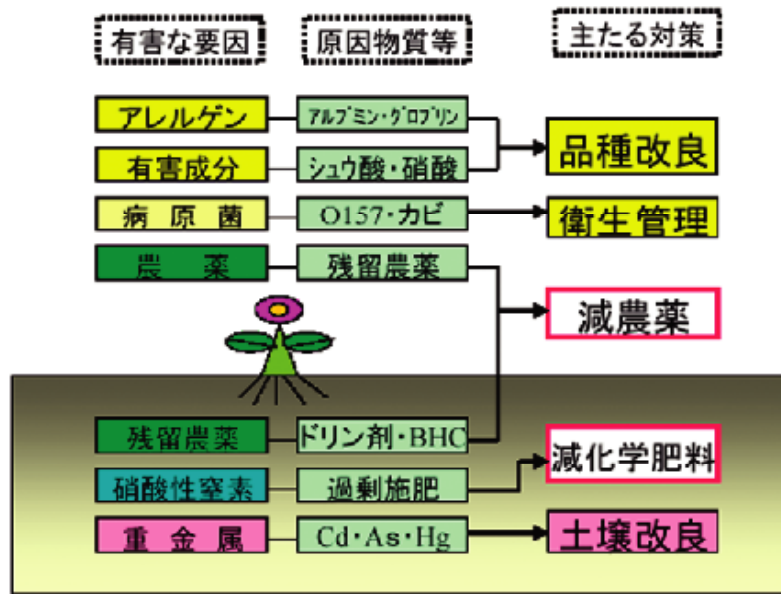
農産物の安全性で問題になるものとしては、作物体に含まれるアレルゲン物質や有害成分(シュウ酸、硝酸など)、土壌に由来する重金属など、農薬散布による残留農薬などがあります。

作物には特有のアレルゲン物質を含むものもありますし、硝酸やシュウ酸など人間の健康に影響する物質を多く含むものもあります。これら作物固有の有害物の減少は、栽培方法よりも品種改良によらなければなりません。

有害成分のうち硝酸は窒素施肥の改善で減少させることが可能です。化学肥料は速効性で使いやすいため過剰施肥による硝酸蓄積の原因になりやすいのですが、有機質肥料や堆肥も使いすぎれば窒素が過剰に出て、硝酸蓄積の原因になります。

カドミウムなどの重金属の害を起こさせないためには、農業資材(堆肥など)からの持ち込みを防ぐことが必要です。このためには、堆肥など多量に施用する資材の成分分析を行い、危険性のあるものは使わないことです。

このように、植物由来のもの及び土壌由来のものでは有機農法も一般農法も差がないのですが、農薬は少し傾向が異なります。農薬も基準を守って施用すれば安全性に問題はないのですが、使わないのが良いことは当然です。農薬を減らすために病虫害を押さえるポイントは作物の適期に、丈夫に栽培することです。土の酸度(pH)や水管理を誤ると、作物が病虫害を受けやすくなります。また、肥料が少な過ぎればひ弱になって病虫害の抵抗性が弱まりますが、逆に窒素過剰で栽培すれば作物が軟弱になり病気にかかりやすくなったり虫が寄って来やすくなります。つまり、適切な施肥管理により農薬を減らすこともできるのです。



作物をめぐる安全性の要因とその対策

5) 有機農産物の品質は良いのですか

有機質肥料で栽培された農産物も化学肥料で栽培された農産物も適切な施肥量で栽培されたものは差がありません。

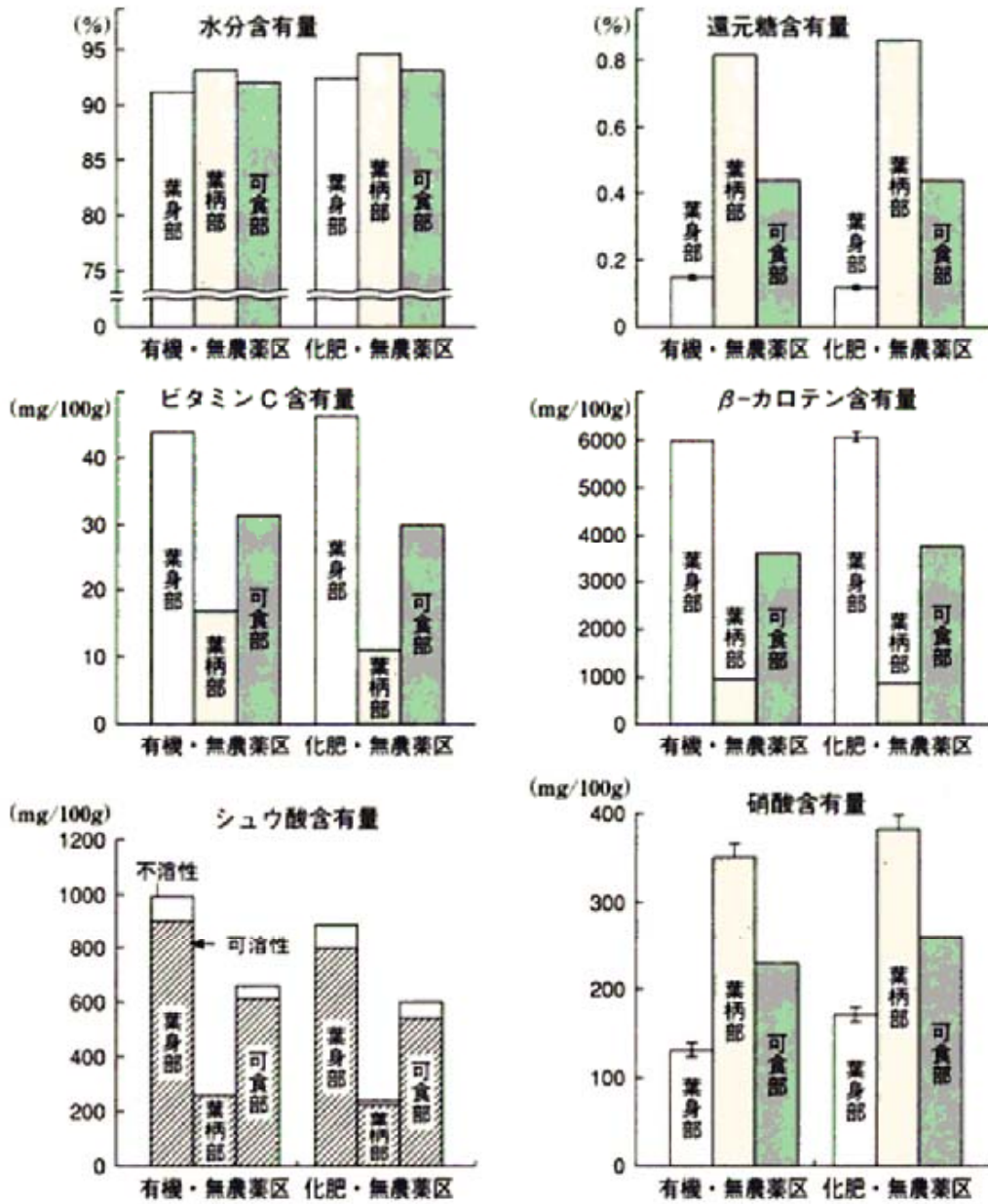
有機農産物は安全でおいしいといわれますが、同じ場所で正確に栽培して比較した試験では、化学肥料で栽培した農産物に比べ味が特別に良くなるということはないようです。

一般に、化学肥料は扱いやすく、効果が速効的であるのに対し、有機質肥料は緩効的な肥料効果を示すため、作物の生育相の違いが生じ、これがおいしさに影響することがあるようです。つまり、肥料効果とりわけ窒素栄養がゆっくり供給されるため生育が抑制され、含水率が低い農作物ができます。水分が少ないと味が濃く、歯切れも良く感じます。

有機質肥料で栽培したものはおいしく、化学肥料で栽培したものはおいしくないといわれることがありますが、これらは感覚的にいわれており、違いを数値で明確に示した例はあまりありません。ここでは、吉田企世子先生が行った有機栽培(有機・無農薬)と一般栽培(化肥・無農薬)によるホウレンソウの試験例を示しました。

葉身部(葉の部分)と葉柄部(茎の部分)に分けて調査していますが、可食部(葉身部と葉柄部)をみると、有機栽培のものも化学肥料栽培のものも大きな違いはありません。

この事例のように、有機栽培と無機栽培の差は小さく、化学肥料も上手に使いえば有機質肥料と差はないのですが、化学肥料は使いやすく、ややもすると使い過ぎるために、作物が育ちすぎて栄養成分が低下するといわれるのです。



有機・無機肥料によるホウレンソウの成分の違い
(吉田企世子ら,1995)

6) 有機農産物は低コストで生産できるのですか

収量が少なく栽培に手数がかかるため、生産費が高くなります。

有機農業は、化学肥料だけでなく、農薬や除草剤を使わない農業です。このため、農薬や除草剤を使わない分が安くなりそうですが、そうはいきません。肥料については、有機質肥料は化学肥料よりもやや高くなりますし、虫除けの資材や栽培管理に人手が多くかかるだけでなく、収量が低いために生産経費は高くつくのです。

いろいろな試験例からみると、有機栽培は、冬作物では化学肥料と同等の収量が可能ですが、生長速度が速く病虫害の多い夏作物では高い収量が望めず、化学肥料栽培より大きく減収します。また、病虫害を起こさせない対策や除草等人力にたよることが多いため、栽培面積の拡大には限界があります。

有機質肥料は化学肥料に比べ肥料成分が少ないため、多くの量を使用しなければなりません。このために肥料代がかかるだけでなく、大変な労力がかかります。また、虫を防ぐために虫除けの被覆資材を使うことがあります。このような資材を使用すれば経費や労力はさらにかかります。

化学肥料や農薬を使用する現代農法は、機械化を伴う規模拡大には適した農業技術です。化学肥料栽培は、規模拡大によって大量に安定した農産物を提供できるために価格を安く抑えることができ、私たちの生活の向上に寄与してきたのです。

また、有機農産物では、形が小さく品物が不揃いで外観が化学肥料栽培に比べ見劣りすることが多いため、市場に出すと現在の流通機構では安い価格にしか評価されません。そこで有機農産物は独自の流通方法で、高くても有機農産物を購入してくれる人々に提供するシステムを作っていることが多いのです。

○ 稲作農家の経営収支(平成14年産)

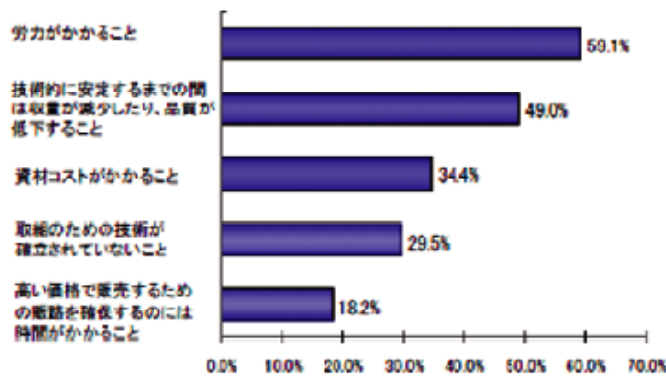
区分	粗収益 (円/10a)	経営費 (円/10a)	所得 (円/10a)	収量 (kg/10a)	販売金額 (円/60kg)	労働時間 (時間/10a)
有機栽培	204,910	130,560	74,350	443	26,918	44
慣行栽培との対比	143.5	125.9	190.3	84.4	177.1	161.1

資料)農林水産省統計部「環境保全型農業(稲作)推進農家の経営分析調査報告」(平成16年)

注) 1 有機栽培は、有機農産物JAS規格で示している生産の方法

2 慣行栽培との対比は、調査対象農家が、当該ほ場において農薬、化学肥料を用い、おおむねその地域の一般的な方法で栽培したとした場合の経営収支、労働時間等を100とした場合の数値

○ 環境に配慮した農産物の生産にあたっての問題点に関する農業者の意識(複数回答)

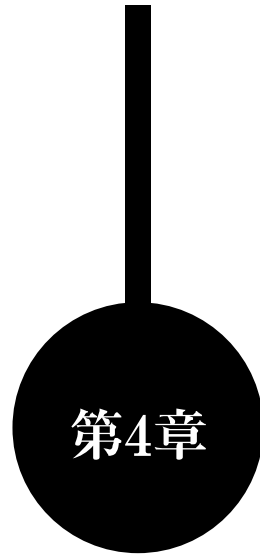


資料)農林水産省情報課

「農林水産情報交流ネットワーク事業 全国アンケート調査

農産物の生産における環境保全に関する意識・意向調査結果」(平成17年度)

農水省HPより



有機質肥料と化学肥料

1) 有機質肥料にはどんな種類があるのですか

肥料には、作物の生育に有効な成分などの内容が規格で定められた普通肥料とそれ以外の特殊肥料とがあります(表1)。

有機質肥料は普通肥料に区分され、動植物質を原料とした肥料です。肥料ごとに、保証成分量または主要な成分の含有量等を保証票に表示することが義務付けられており、窒素・リン酸・カリの全量(含有すべき主成分の最小量、%)で成分を保証しています。三要素以外に微量要素も含んでいます。

有機質肥料は原料、製造法などによって、動物質系および植物質系あわせて、およそ10種類の肥料が認められています(表2参照)。

動物質肥料は、主に魚類、獣類に由来する原料で作られた肥料で、魚かす粉末、肉かす粉末、肉骨粉、蒸製骨粉などがあります。

植物質肥料は、主に植物油かすを原料にして作られた肥料で(各粉末)、なたね油かす、大豆油かす、米ぬか油かすなどがあります。

有機質肥料それぞれは、土壌中でいったん微生物により分解されてから(これを無機化と呼ぶ)徐々に効いてきます。

化学肥料に比べて緩効的に効果が発現するので、作物の生育期間、吸肥特性に適合した有機質肥料の選択、化学肥料との組み合わせや適量を施用することが大事になります。

表1 肥料取締法による肥料の分類

法区分		種別(政令)	有機	具体例
普通肥料	三要素系肥料	窒素質肥料		
		りん酸質肥料		
		加里質肥料		
		有機質肥料	動植物質のもの	なたね油粕、魚粕粉末 中国粒状有機など
		複合肥料	有機入り化成など	中国粒状有機など
	その他の肥料	石灰質肥料		
		けい酸質肥料		
		苦土肥料		
		マンガン質肥料		
		ほう素質肥料		
		微量元素複合肥料		
		汚泥肥料等	発酵汚泥肥料など	汚泥を原料とする肥料
		農薬が混入される肥料		
指定複合肥料	有機配合など	多数		
特殊肥料	(イ)の指定		魚粕、肉粕、甲殻類質肥料など	
	(ロ)の指定		米ぬか、動物の排せつ物、 たい肥など	

表2 有機質肥料の主なもの

植物質系の有機質肥料	動物質系の有機質肥料
なたね油粕(压榨) なたね油粕(圧抽) 脱脂米ぬか 大豆油粕 綿実油粕 とうもろこし胚芽粕 副産植物質肥料 パームアッシュ	蒸製皮革粉 蒸製骨粉 魚粕 肉粕 肉骨粉 生骨粉 脱こ骨粉 てい角粉 羊毛粉 乾血粉 カニガラ 乾燥菌体肥料 フェザーミール 魚廃物加工肥料

2) 有機質肥料と堆肥は同じか

有機質肥料、堆肥ともに有機物質が主体の肥料ですが、4の1)で説明したように、有機質肥料が公定規格の定められている普通肥料に区分されているのに対して、堆肥は、米ぬかや家畜排せつ物とともに特殊肥料に区分されています。

堆肥は、わら、もみがら、樹皮、動物の排せつ物その他の動植物質の有機質物(汚泥および魚介類の臓器を除く)を堆積または攪拌して、腐熟させたもので、農家の方が経験と五感(肉眼、臭いなどで)でその品質が判断できる肥料です。

堆肥のような特殊肥料は、含有する成分の量が低く、しかもその変動幅が大きいため、一定の規格を設けず、登録を受ける義務や保証票添付の義務は課せられていませんが、所要事項の届出義務があります。特殊肥料の一部(堆肥、家畜排せつ物など)には品質表示義務等が課されています。

有機物の施用効果は、有機物からの養分の供給による土壌の化学性改善、土壌の物理性改善および土壌の生物性改善の三つに大きく分けられます。これらは互いに独立したものではなく、相互に関連しあって効果を発揮します(図、表参照)。

堆肥、厩肥(きゅうひ)、わら等の有機物の施用によって、土壌の団粒構造が発達して膨軟になり、易耕性や碎土性が高まります。また、保水性や通気性も良くなるので、土壌環境は作物の生育にとって好適な状態になります。

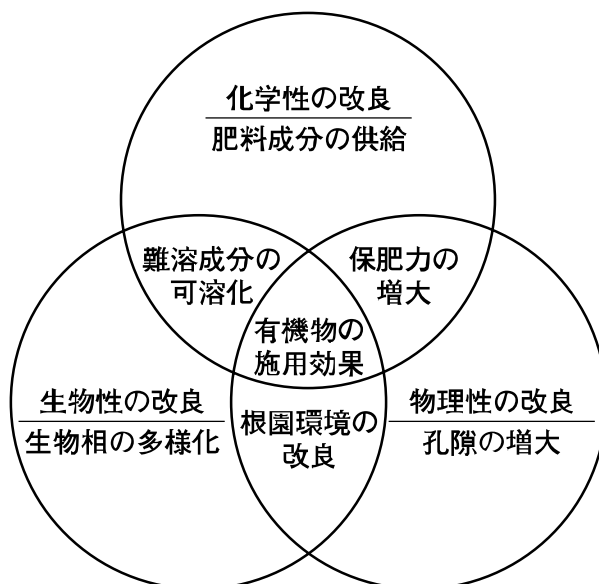


図 有機物の施用効果

表 有機物質の種類別にみた施用効果

	有機物の種類 (例示)	施用効果			初年度の 分解速度	運用による 窒素吸収増加
		肥料的効果	肥沃度増	有機物集積		
窒素放出群	汚泥、鶏ふん、そ菜残さ	大	小	小	速やか	中
	牛ふん、豚ふん	中	中	中	中速	大
	通常の堆肥類	中～小	大	大	ゆっくり	中
	分解の遅い堆肥類	小	中	大	非常にゆっくり	小
窒素取込み群	わら類	初めはマイナス、後半	大	中	C速やか	中
	未熟堆肥	初めは小、後半は中	中	中	C中速～ゆっくり	小～中
	おがくず	マイナス	小	中	C非常にゆっくり	マイナス～小

C：炭素の分解

3) 有機質肥料と化学肥料はどこが違うか

(1) 原料の違い、製法の違い

有機質肥料は、動植物質に由来する有機物を原料として製造したものです。

一方、化学肥料は化学的に合成あるいは天然産の無機質原料を化学的に加工して製造したもので、一般的には速効的な肥料です。化学肥料の原料となる天然資源は日本にほとんどなく、海外からの輸入に依存しています。ともに定められた肥料成分を含む肥料です。

(2) 肥料の効き方が違う

作物の生育に必要な養分の給源は、化学肥料でも堆肥を含めた有機質肥料でもかまいませんが、有機質肥料に含まれる養分は土壌中の微生物によって分解され(無機化されてから)、徐々に効いてくるため、作物にとっては緩効的な養分供給となるので、初期の生育(特に低温な時期)には速効性の化学肥料の併用が不可欠となります。

有機質肥料中の窒素の肥効は、硫酸アンモニウム(硫酸)の肥効を100としたとき、魚かすは90~100、大豆油かす80~90、なたね油かす、ひまし油かす70前後の肥効となっています。

有機質肥料、化学肥料それぞれの特性をうまく利用した使い方をすることが大切となります。

表 地力維持、増強に向けた各種資材の施用効果

	地力要因	維持手段											
		有機物				資材投入				その他			
		堆肥	作物残さ	家畜糞尿	有機質肥料	化学肥料	緩効性肥料	改良資材	土作り肥料	輪作	客土深耕	施肥法	水管理
化学性	養分要求量	○	○	○	○	○	△	×	○	×	○	×	○
	養分の持続性	○	○	○	○	×	○	○	○	×	○	○	○
	反応・酸化還元電位・塩類濃度の緩衝能	○	○	○	○	×	△	○	○	×	○	○	○
	毒性物質の除去	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	○
物理性	水分供給・排水性・透水性	○	○	○	○	×	×	○	×	×	○	×	○
	通気性	○	○	○	○	×	×	○	×	×	○	×	○
	易耕性	○	○	○	△	×	×	○	×	×	○	×	○
	耐浸食性	○	○	○	×	×	×	×	×	○	×	×	○
生物性	生物活性の促進 (有機物分解・N固定)	○	○	○	△	×	×	×	○	○	×	×	○
	生物活性の抑制 (病原菌・害虫等)	○	○	○	△	×	×	△	△	○	×	×	○

注：有機質肥料はなたね油粕、魚粕など。 注：土作り肥料は無機系（ケイカル、ようりん、石灰など）
注：○は効果あり、△はやや効果あり、×は効果無し、同じ○でも効果の程度はかなり違います

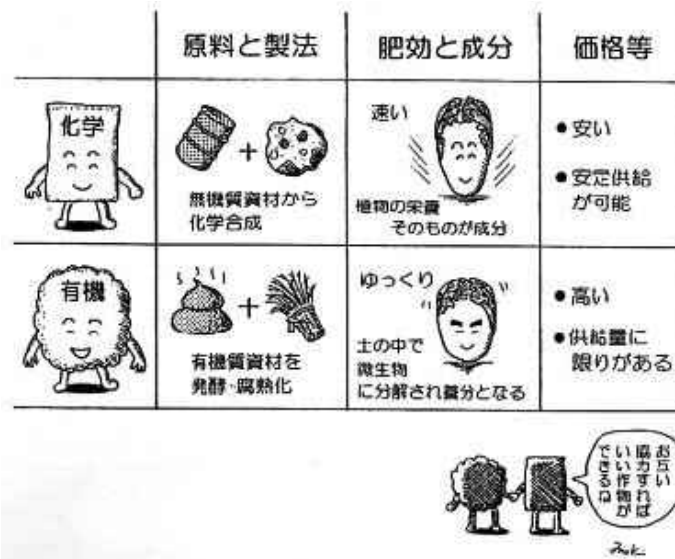


図 化学肥料と有機質肥料の違い

4) 化学肥料を使う土づくりもある—土づくり肥料

肥料には、作物の栄養となる成分を供給するもののほかに、土壌の化学的性質を改善するために施用するものがあります。化学的性質を改善する肥料について、JAグループでは土壌改良資材とは区別して「土づくり肥料」と呼んでいます。

「土づくり肥料」は、作物に対して必要な養分を直接補給して生育を促進するのではなく、土壌の酸性の矯正や、リン酸・塩基類の補給などによって、土壌の化学的性質を改善し、ひいては作物の生育を良好にすることを主な目的とし、肥料取締法では普通肥料に区分されています。

なお、「土壌改良資材」は、昭和59年に制定された地力増進法により、「植物の栽培に資するために土壌の性質に変化をもたらすことを目的として土地に施用されるもの」と定義されています。

土づくり肥料には石灰窒素、リン酸質肥料、石灰質肥料、苦土肥料、ケイ酸質肥料、腐植酸質肥料などがあり、それぞれ表に示すような機能があります。

土壌診断結果をもとに必要な資材を選択し、適切な肥培管理により、作物の生育を良好にすることができます。

表 土づくり肥料の機能と分類

土づくり肥料	主 な 機 能	銘 柄 (例)
石灰窒素	わらなど粗大有機物の腐熟促進	石灰窒素
りん酸質肥料	りん酸固定の緩和、りん酸の補給	よう成りん肥(ようりん)、焼成りん肥、重焼燐、リンスター、ダブリン、腐植りん
石灰質肥料	土壌pHの矯正、塩基(アルカリ分)の補給	生石灰、消石灰、炭カル、ドロマイト、貝化石
苦土肥料	土壌pHの矯正、塩基(アルカリ分)の補給	硫酸苦土肥料(硫マグ)、水酸化苦土肥料(水マグ)、腐植酸苦土肥料(アヅミン)
けい酸質肥料	けい酸の補給	けいカル、けい酸加里
腐植酸質肥料	肥料成分の肥効の持続	腐植酸苦土肥料(アヅミン)

土づくり肥料は土壌の酸性改良やリン酸・塩基類を土壌に補給することによって土壌の基礎体力を培うんだね!

5) 必要なとき必要なだけ養分を放出する化学肥料—肥効調節型肥料

畑地での肥料の多量施用による硝酸態窒素の溶脱、地下水汚染、あるいは水田での代掻き後の落水に伴う肥料養分の流亡や用水・河川の富栄養化を抑制するため、水田・畑ともに環境に負荷のかからない施肥技術が必要となり、近年、緩効性窒素肥料、被覆肥料、硝酸化成抑制剤入り肥料といった、機能性を備えたいわゆる肥効調節型肥料が開発されました(図1)。

緩効性窒素肥料は、有機質肥料と同様に緩効的な肥効を発現する肥料で、土壌施用後にゆっくりと溶け出すので、肥料成分の溶脱・流亡の軽減、濃度障害の回避、肥効の持続、硝酸化成の抑制などに効果があります。単肥として使うよりも、速効性肥料と組み合わせて、肥効の発現が作物の養分吸収特性に合うように利用します。

被覆肥料は、透水性の低い被膜で尿素など水溶性の肥料粒子の表面を被覆して、土壌中での肥料養分の溶出・持続期間を調節できる肥料として開発されました。

被膜の厚さや性質を変えることで肥料成分の溶出を調節しています(図2の溶出パターン模式図参照)。

被覆肥料の特徴として、①肥料成分の溶出は温度の影響を強く受けるが、土壌中では水分・pHの影響は小さい、②根の近傍に施肥が可能(肥料成分が徐々に溶出するため、肥料焼けしない)、③溶出のタイプ・パターンが豊富、④溶出の予測が可能、⑤作物の吸収に沿った養分供給が可能、⑥養分の利用率が高いので、論理的な減肥が可能となる、⑦養分の流亡が少なくなる、などがあげられます。

被覆肥料の活用として、被覆入り複合肥料、基肥一発施肥、株元局所施肥、育苗箱内施肥、セル内施肥などに利用されています。

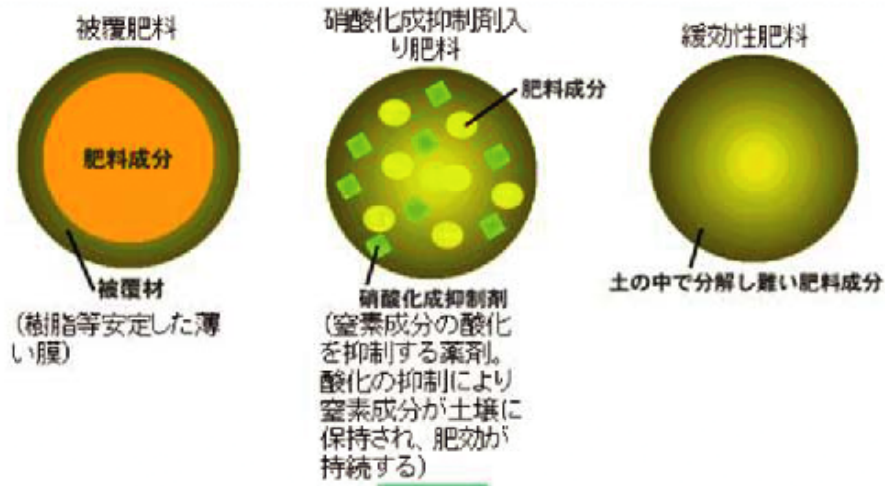
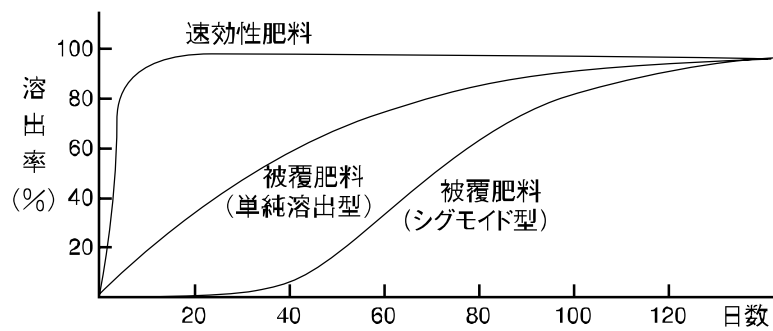


図1 肥効調節型肥料



被覆緩効性肥料の成分溶出——被覆によって溶出の速さ、パターンが変えられる。

図2 被覆肥料の溶出パターン模式図

6) 窒素が硝酸になって流れるのを防ぐ化学肥料—硝化抑制剤入り肥料

アンモニウム塩を含む窒素肥料を土壤に施用すると、畑土壤中では硝酸化成菌の作用により、アンモニア態窒素は亜硝酸を経て硝酸態窒素にまで変化します(硝酸化成作用)。

尿素や有機物の場合もアンモニア化成を受けた後は、同様に硝酸化成されます。

作物はアンモニアや硝酸などの無機態窒素を吸収、利用しますが、大部分のアンモニア態窒素が土壤に吸着されているのに対して、硝酸態窒素は土壤に吸着されにくいので、降雨などにより下層に浸透し、浸透量が多い場合には地下水層にまで移行し、流亡、脱窒の経過をたどり、肥料の施用効果を低くします(図1参照)。

この土壤微生物の作用のうち、土壤中でアンモニウムから亜硝酸に変化させる微生物の活性を特異的に抑制する薬剤を添加して製造されたのが硝酸化成抑制剤入り肥料です(硝酸化成抑制剤の一覧表参照)。

硝酸化成が抑制されると、アンモニウム(NH_4^+)は土壤粘土に吸着保持されるので、溶脱される割合が少なくなり、また、硝酸化成の途中での脱窒の割合も少なくなるので、窒素肥料の施用効果が持続することになります。

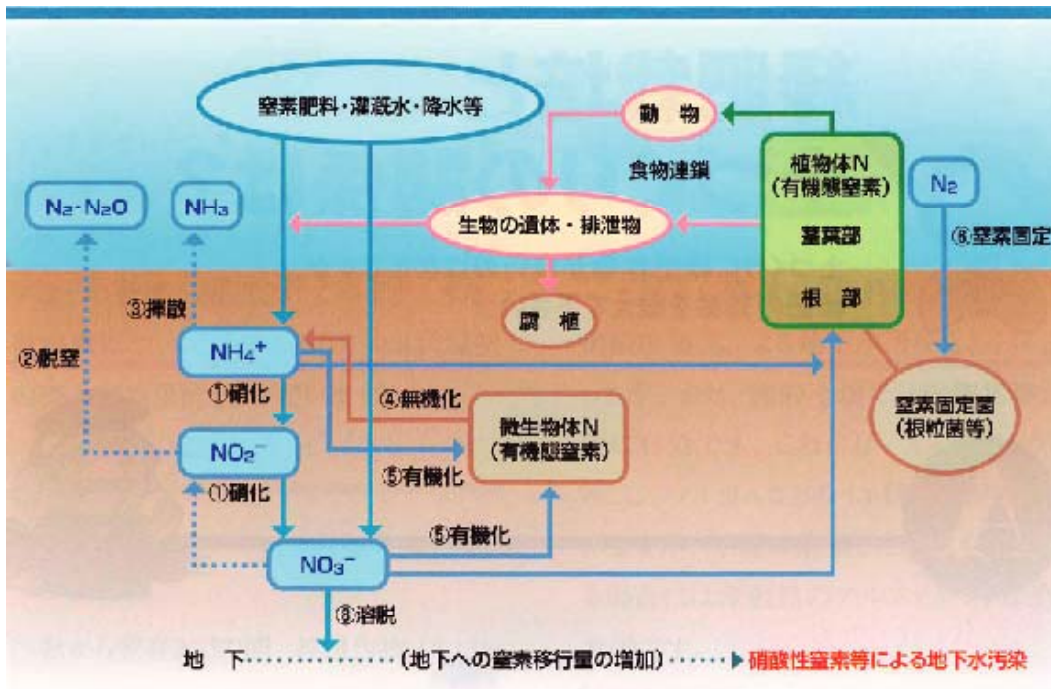


図1 土壌中における窒素の形態変化

表 硝酸化成抑制剤の一覧

名称	化学名
TU	チオ尿素
AM	2-アミノ-4-クロロ-6-メチルピリミジン
MBT	2-メルカプトベンゾチアゾール
Dd*	ジシアンジアミド
ST	2-スルファニルアミドチアゾール(スルファチアゾール)
DCS	N-2, 5-ジクロロフェニルスクシナミド酸
ASU	グアニルチオ尿素
ATC	4-アミノ-1, 2, 4-トルアゾール塩酸塩

* 通常は化学名がそのまま用いられる。



第5章

食の安全・環境調和・安定生産を
実現する化学肥料の上手な使い方

1) 土の状態を見ながら肥料を使う—土壤診断

●栄養分の量とバランス

私たち「人間」が健康であるためには、バランスのとれた食事で栄養を適切にとり、定期的な診断によって健康状態を確認することが必要です。適切な栄養は作物の健全な生育にとっても重要で、栄養分のバランスが崩れると、様々な生理障害が生じます。土には作物の生育に必要な栄養分が含まれていますが、その供給には限りがあり、作物が収穫されることによって土の中の栄養分を持ち出していくので、不足する分を肥料として施用する必要があります。一方、過剰な栄養分があると、その程度によっては作物に悪影響を及ぼしたり、作物が吸収しきれなかった栄養分が周辺環境への負荷となる場合があります。そこで、定期的に土壤診断を行い、土の健康状態をチェックして適正な栄養分の量とバランスを保つことが重要です。

●土壤診断結果を施肥に反映する

土壤診断には、作物に異常がみられた場合に必要な処置を示す「対策診断」、障害発生を未然に防ぐために行う「予防的診断」、現在の養分状態に基づき効率的な施肥を目指す「リアルタイム診断」があります。日常の施肥管理のためには、作付け前や作付け中の土壌の養分状態を分析します。一方、土壤診断基準には、作物や土壌の種類の違いに応じて適切な状態の日安となる数値が設定されているので、土壤分析の結果をその基準値に照らし合わせ、施肥の処方箋を作成します。現在では、土壤養分の分析のために従来に比べて安価な試験紙や装置を使うことができます。また、分析結果から施肥の処方箋を作成する作業もパソコンを利用して簡易・迅速に行えるようになっています。

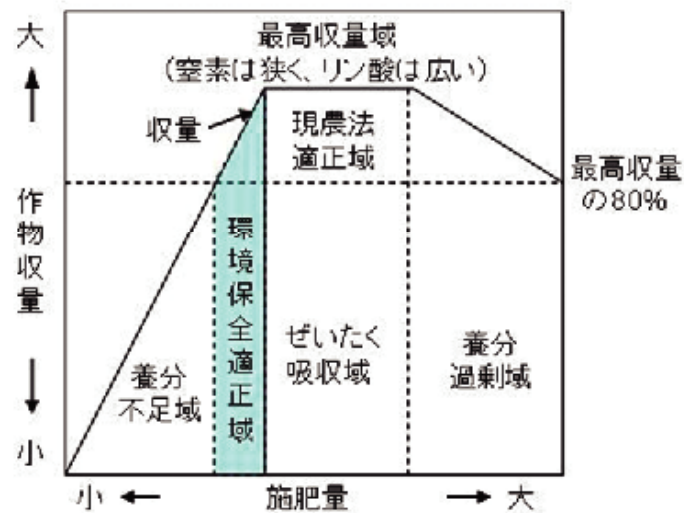


図1 施肥量と作物収量との関係(模式図)

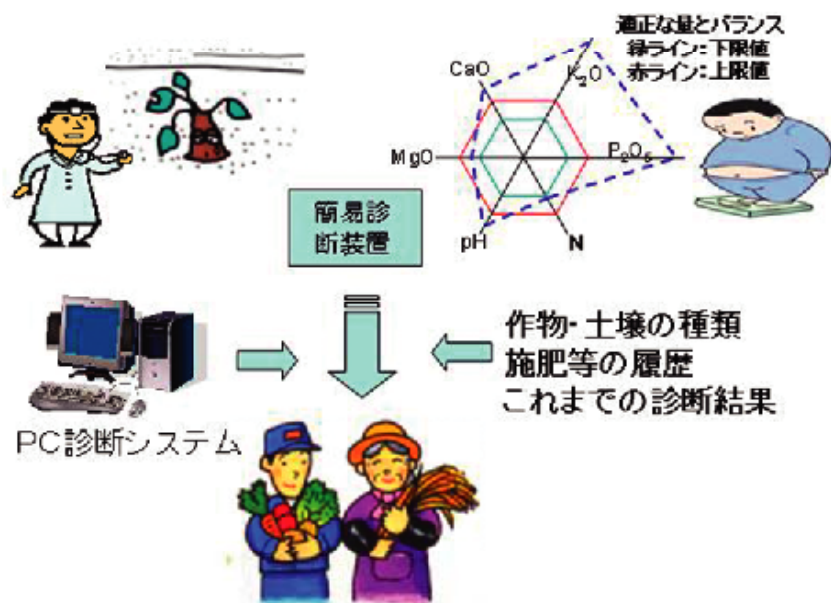


図2 土壌診断を活用して上手な施肥管理を

2) 作物の状態を見ながら肥料を使う—栄養診断

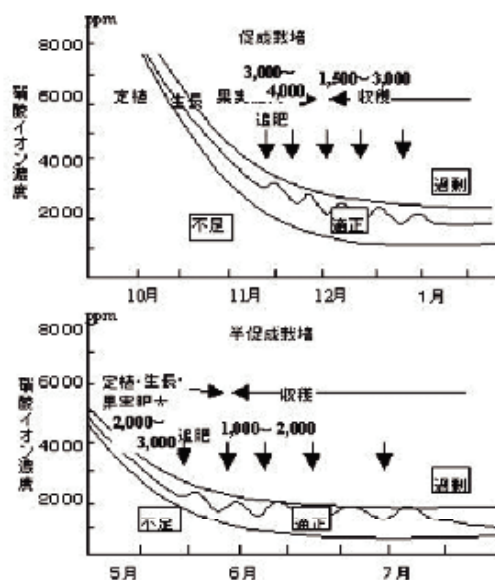
作物を健全に生育させるためには、作物の栄養状態を直接把握して必要な処方を示す「栄養診断」も重要です。

●栄養診断の手法

養分の過不足の判定には、作物の生育量や特徴的な葉色の変化、斑点などの観察が最も基本的な方法ですが、熟練を要します。一方、窒素の含有量は葉色に反映されるため、葉色板(カラスケール)や葉緑素計(クロロフィルメータ)を用いた葉色診断が利用されています。特に水稲では地や品種ごとに診断基準値が設定されていることが多く、莖数や草丈などを指標とする生育診断も行なわれます。さらに高度な診断法として、作物体の成分濃度を分析する手法が用いられます。しかし、これらの方法は、分析試料の採取から処方箋の作成までに時間がかかるうえに、高価な機器や設備、高度な分析技術が必要です。そこで、生産者や普及員が実施できる簡易・迅速な診断法として、作物の汁液を用いたリアルタイム栄養診断法(汁液診断)が開発されてきました。特に、葉柄中の硝酸濃度は、作物全体の窒素栄養状態をよく反映することから、主に果菜類や花きでは窒素追肥の要否判定に用いられ、一連の操作法がマニュアル化されているものもあります(図1)。

●土壌診断を組み合わせた診断

栄養診断は作物の状態を直接把握する点で重要ですが、土壌中に多少の養分の過不足があっても作物は自分で吸収を調節できる機能を持つため、作物体に症状が現れたときには、土壌環境の悪化が進行しており、対策を立て難くなる恐れがあります。したがって、正しい診断のためには、栄養診断だけでなく土壌診断を併用した診断が有効なのです(図2)。



愛知県で行われた施設マトの例では、果実が直径2~3cmに肥大した果房直下の葉の中間部分の葉柄中の硝酸濃度を測定する。作型別・生育ステージ別に設定された基準値に基づき追肥を行う。

例えば、促成栽培では、収穫期間を通じて1500~3000ppmを維持するように追肥を行う。

図1 トマト生育期間中における葉柄汁液の硝酸濃度の推移と診断基準値 (山田)



図2 リアルタイム診断を活用した効率的施肥 (加藤)

3) 液肥だけを使った環境に優しい栽培—養液栽培

土を使った栽培では、耕耘、施肥、畝立て、除草などの作業が必要なことに加えて、土壌病害や連作障害の恐れがあります。それに対して、土を使わずに液肥によって作物を生産する栽培法として「養液栽培」があります。養液栽培では、液肥の管理を自動化できるため大規模化し易いこと、肥料や水の利用率を通常の土耕栽培より高くできることなどのメリットがあります。

●主な養液栽培の種類

養液栽培には、土の代わりにロックウール、バーク、ヤシ殻、ピートモス、砂、礫などを利用した「固形培地法」と、固形培地を用いない「水耕法」及び「噴霧耕」があります。固形培地法の主流はロックウール耕で、トマトの長段栽培やイチゴの高設栽培に用いられ、安定した高生産性のため栽培面積が拡大しています。ただし、ロックウールの主成分はケイ酸や酸化カルシウムで使用後も分解し難いため、廃棄処理が課題とされ、ロックウールに代わる固形培地が模索されています。水耕法には、栽培ベッドに液肥を溜める湛液型水耕、液肥を1cm程度の浅い水深で流すNFT (Nutrient Flow Technique) などがあり、栽培期間が短いミツバ、レタス、葉ネギなどに用いられています。

●液肥の循環方式とかけ流し方式

水耕法では栽培ベッドと液肥タンクを液肥が循環する方式が多いのに対し、固形培地耕では、液肥をかけ流す方式が多くなります。循環方式では、液肥中の養分組成の変化による生育への影響とともに、病害が侵入すると拡大し易いのに対して、かけ流し方式では、これらの心配は少ないが廃棄される肥料成分量が多いため、養水分の利用効率や環境保全の面から循環式への移行が進められています。



図1 主な液体栽培の種類

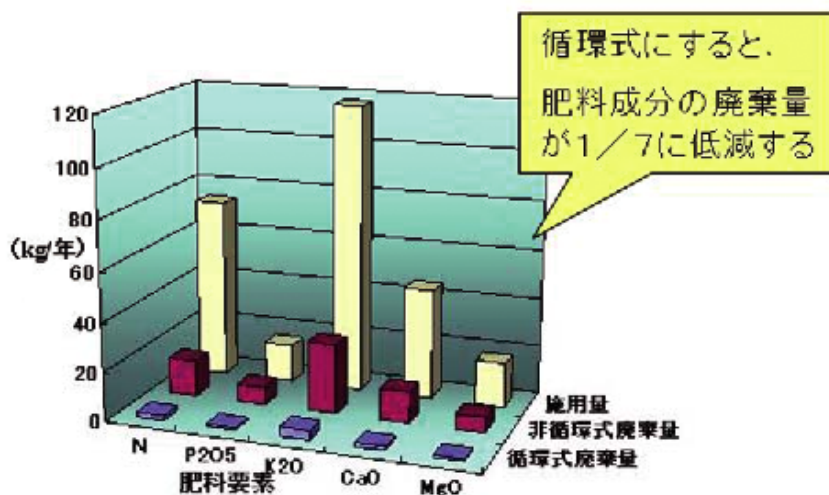


図2 ロックウール栽培トマトの廃棄肥料成分量の比較例

4) 必要なだけの養分を点滴で効果的に与えるー養液土耕

従来からの施肥は、播種または定植前の基肥と作物の生育段階に応じた追肥から成っています。作業上の制約などから、基肥と追肥を合わせた施肥回数は通常数回までが一般的ですから、施肥直後の土壤中における肥料成分の量は一時的に多くなる一方、追肥前には肥料切れの恐れがあります。その結果、作物が必要とする養分量との間に過不足が生じてしまいます。

●養液土耕とは

養液土耕は灌水同時施肥とも言われ、土耕栽培において、基肥を行わず、灌水と同時に液肥を点滴チューブできめ細かく供給することによって、1回の灌水・施肥量を必要最低限とする方式です。また、定期的に栄養診断と土壌診断を行い、栽培期間中の養分の過不足を少なくするとともに、収穫後に土壌中に残存する余剰の養分を生じないようにします。僅かに生ずる余剰の養分・水分は土の持つ保肥力や保水力により作物の根域に留まります。つまり、養液栽培におけるきめ細かい施肥と土耕栽培における土の緩衝能を利用した方式とも言えます。

●養液土耕のメリット

灌水と施肥は、多くの場合コンピュータ制御がなされ、最も簡易な装置でもタイマー制御され自動化できるため、省力が最も大きなメリットです。また、作物による施肥養分の利用率が高いため、生育促進と施肥量の削減が可能な上に、硫酸根や塩素のような副成分を含まない肥料を用いるため、塩類集積を起こし難いことも挙げられます。さらに、養液土耕栽培の様々な環境影響をトマト栽培で評価した例では、慣行栽培より環境への負荷が減少することが示されています。

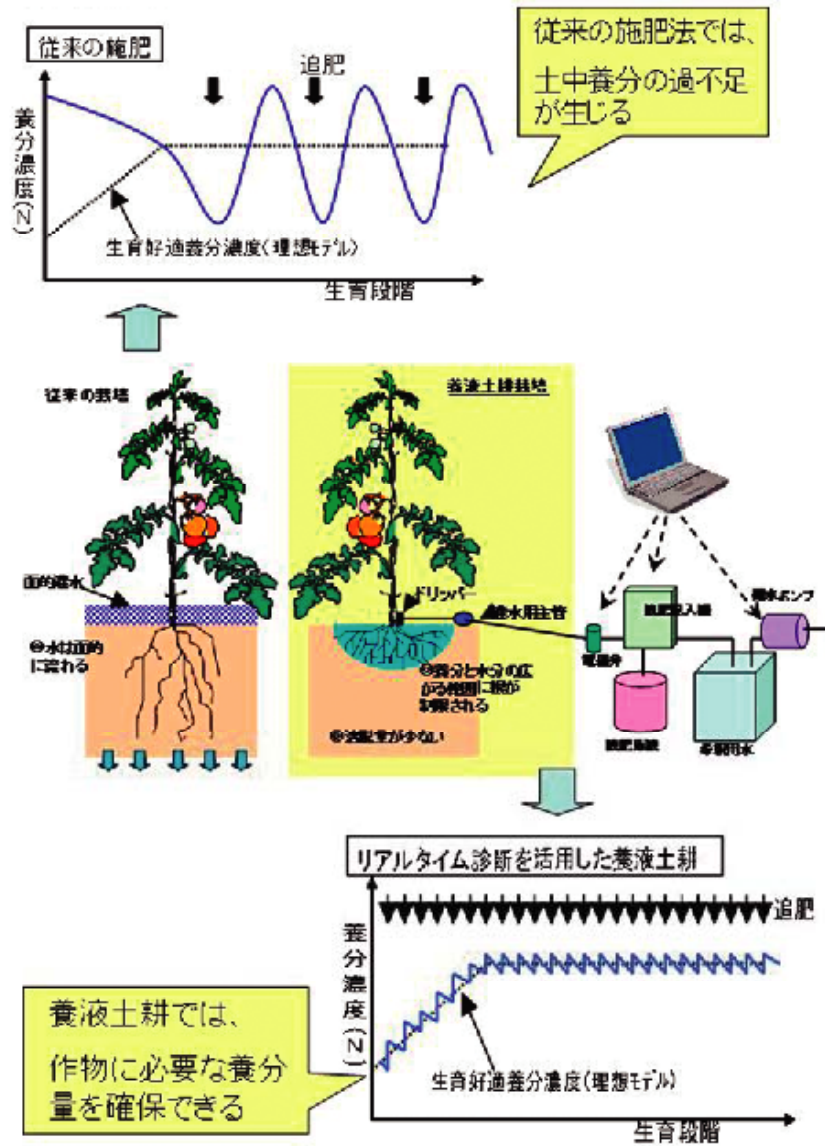


図1 養液土耕システムの概略

5) 一回きりの施肥で省力的に栽培する一全量基肥施肥

「全量基肥施肥」は、肥効調節型肥料を利用して、基肥と追肥に相当する肥料を基肥として1回に施用する方式で、全量施肥、一発施肥などと呼ばれます。追肥作業を省略できるので、省力効果の高い施肥法です。

●全量基肥施肥を支える肥効調節型肥料

尿素やリン酸アンモニウム、硫酸カリなど従来の肥料成分は水に溶け易く、上に施用すると直ちに溶けたり、上に吸着したりしてしまいます。一方、作物の養分吸収の期間とパターンは様々なので、速効性の肥料を使う場合には、播種や定植前の基肥と作物の生育に応じた数回の追肥を行ってきました。これに対して、肥料成分の溶出期間が30～360日、溶出パターンも一定速度のリニア型と施肥後に溶出しない期間があるシグモイド型を示す多様な「肥効調節型肥料」が開発され、利用できるようになってきました(図1)。作物の養分吸収パターンに適合するタイプの肥効調節型肥料を選んで使えば、基肥のみの施用で栽培期間全般にわたり作物の要求に合わせた肥料成分の溶出が続くので、追肥を省略できます。

●全量基肥施肥の適用例と効果

水稻では、育苗箱全量基肥施肥による栽培法が開発されており、減肥・省力効果の優れた技術として利用されています。葉菜類では作物体中の硝酸濃度の低減効果も評価されています。また、果菜類のトマトでは、育苗ポットへの全量基肥施肥により、従来慣行の20%の施肥節減が可能との試験結果が得られています(図2)。

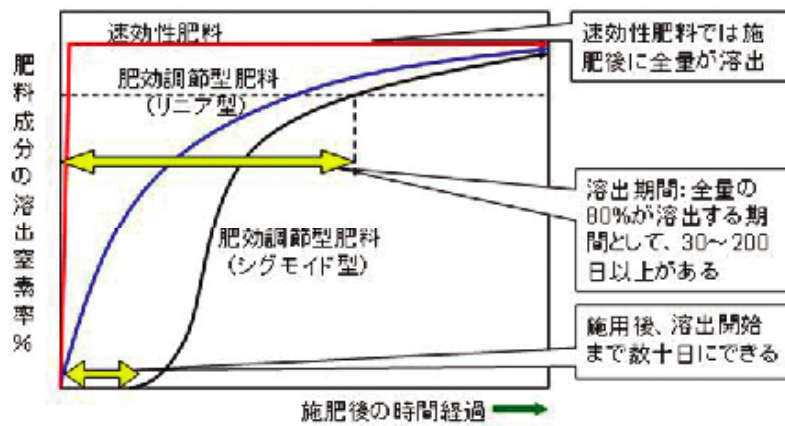


図1 肥効調節型肥料と速効性肥料の成分溶出パターン

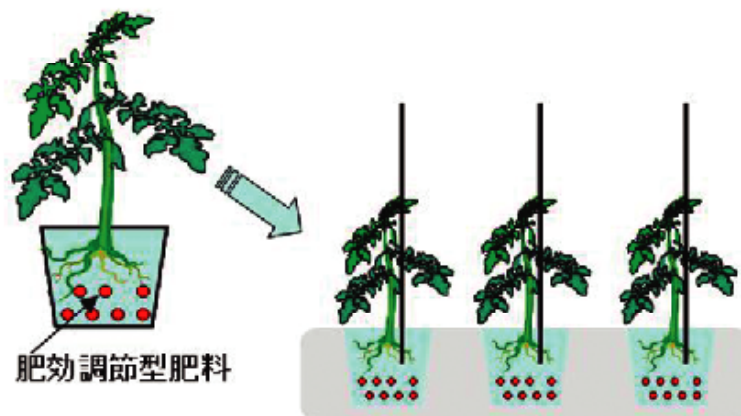


図2 肥効調節型肥料を用いた20%施肥削減可能なトマト育苗鉢内全量施肥
(静岡農試・小杉ら)

6) 作物の根が吸収しやすい場所に肥料を施す一局所施肥

●局所施肥とは

局所施肥技術は、通常土壌全面に行われる施肥法に対して、作物の根域へ集中して施肥を行う技術です。主な局所施肥のタイプとして、条施肥、溝施肥、深層施肥、2段施肥、注入施肥などがあります(図1)。作物の生育初期段階では、根の分布が株の近傍に限られています。そのため、従来の全面・全層施肥法では、根域以外の部分へ施用された肥料が無駄になる可能性があるのに対し、作物の株近くの根域への局所施肥に変えることによって肥料の効率的な利用を図れます。図2には水稻の例を示しましたが、局所施肥によって表面施肥に比した窒素の利用率が大幅に改善することが判ります。その結果、作物の収量・品質を維持しつつ、施肥量を縮減できることから、肥料成分に由来する環境負荷の低減にも効果的と考えられています。

●局所施肥技術を支える肥効調節型肥料と専用施肥機

局所施肥では、作物の根が肥料成分によって濃度障害を生じないようにするために、多くの場合、被覆肥料や緩効性肥料などの肥効調節型肥料を使用し、作物が必要とする分だけ肥料成分を溶かし出すようにしています。逆にいえば、肥効調節型肥料によって局所施肥技術が支えられていると言えます。また、土壌中の施肥位置と量を任意に調節でき、畝立ても同時に行う専用施肥機が開発され、機械化栽培体系に組み込めるため、省力化が図れます。一方、専用施肥機を用いない局所施肥技術として、肥効調節型肥料を用いたトマト育苗鉢内施肥やテープ封入肥料によるハウレンソウの施肥では、全量基肥栽培が可能で、慣行施肥に比べて30~70%の施肥削減で同等収量が得られています。

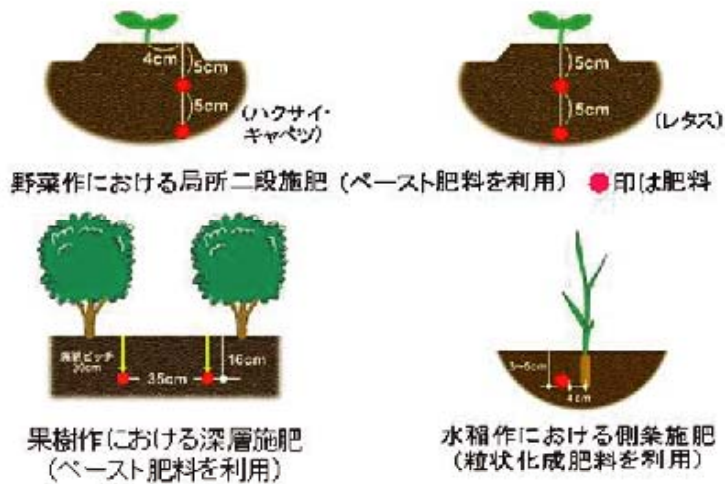


図1 主な局所施肥 (農林水産省HPより)

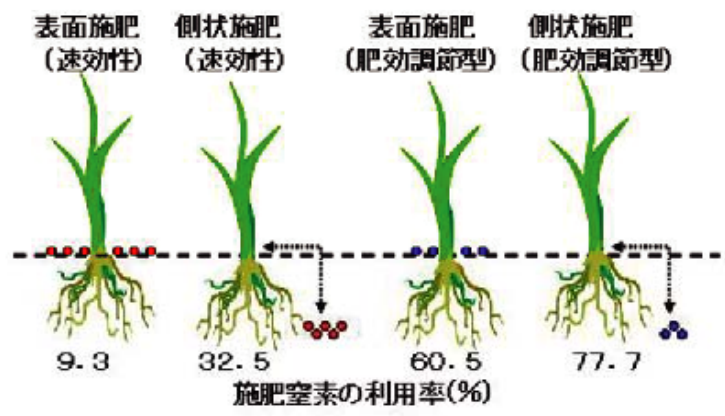


図2 水稲の側条施肥と施肥窒素の利用率 (金田ら)

局所施肥(側条施肥)では、表面施肥に比べて施肥窒素の利用率が大幅に上昇する。また、肥料の形態を速効性から肥効調節型に変換することにより、さらに上昇する。

おわりに

今、食品の安全性は大きな関心事となっています。内閣府の食品安全委員会では、重金属、有害有機化合物、かび毒、有害微生物など、食品に含まれる恐れのある様々なリスク要因をリストアップし、関係省庁ではリスク管理の対策を出しています。これらのうち、肥料が原因となるリスク要因にはどのようなものがあるのでしょうか。

わが国の食料の安定的な確保も大きな問題です。世界の先進国の中で、わが国の食料自給率は最低のレベルです。農作物を低コストで安定的に生産し、食料自給率を向上させるためにはどうすればよいのでしょうか。世間では、化学肥料を使い続けると農地は疲弊するとか、化学肥料は環境に悪いとか言われますが、本当にそうなのでしょうか。化学肥料を使わないで日本の食料生産・供給は可能なのでしょうか。

また、有機農業は環境に優しく安全な食料を生産する農法と一般的には考えられており、平成18年12月には「有機農業の推進に関する法律」が成立しました。しかし、有機農業は本当に環境にも人にも安全な農業なのでしょうか。また、有機農業で量的にも私たちの食料を供給することができるのでしょうか。

化学肥料を中心とした現在の農業でも、環境にできるだけ影響を与えることが少なく、安全で高品質な作物を安定的に生産するための様々な施肥技術が開発されています。このように効率的で環境保全的な施肥技術が普及し、実際の農業で用いられていることをご存じだったのでしょうか。

この冊子では、これらの疑問に答える形で解説をしてきました。これにより、肥料が原因となって食品の安全性が失われることがあるのかどうか、日本の食料自給率が極めて低く、化学肥料を使わないで日本の食料生産・供給が可能かどうか、有機農業が現在の農業に替わって食料を供給できるかどうか、また環境に負荷を与えない施肥技術が普及していることなどがお解りいただけたかと思います。

本冊子が、化学肥料を正しく理解するための一助になれば幸いです。当協会では、この他にも化学肥料に関する資料をいくつか発行していますので、それらもご参照下さい。

安全な農作物と肥料

化学肥料は安全な作物を低コストで安定的に作ります

執筆委員

藤沼 善亮 農学博士
元・農林水産省 中国農業試験場 場長

越野 正義
元・農林水産省 農業環境技術研究所 資材動態部長

藤原 俊六郎 農学博士
神奈川県農業総合研究所 副所長兼企画調整部長

木村 武
独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構
中央農業総合研究センター 研究管理監

原田 靖生 農学博士
元・独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構
中央農業総合研究センター 土壌肥料部長

金森 哲夫 農学博士
元・独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構
九州沖縄農業研究センター 環境資源研究部長

平成19年6月
編集・発行

日本肥料アンモニア協会
東京都中央区日本橋室町3-1-6
磷酸倶楽部ビル
TEL. 03-3241-0101
FAX. 03-3241-0919



発行 日本肥料アンモニア協会
〒103-0022 東京都中央区日本橋室町3-1-6
 磷酸倶楽部ビル
TEL.03-3241-0101 FAX.03-3241-0919
ホームページ <http://www.jaf.gr.jp/>
E-mail : web_master@jaf.gr.jp