

有機農業

と

化学肥料

—化学肥料で、安くて、安全で、おいしい農作物を!—



日本肥料アンモニア協会

はじめに

日本では現在、おいしい食べ物が欲しいだけ、何時でも手に入ります。しかし、世界ではどうでしょう。8億人もの人々が飢えに苦しんでいます。そして、2025年の総人口は1.4倍の85億人となり、経済の発展による一人当たり需要量も増え、食料の不足が懸念されています。耕地面積や地力も減少すると見られており、肥料の役割は今まで以上に重要となってくるでしょう。この様な中、米自給を達成したインドネシアはエルニーニョによる異常気象で、一転大量の米輸入国に陥っています。自然現象に支配される農業は計画どおりには運びません。世界の各国は、国内農業基盤の確立と肥料の重要性を踏まえた確固たる政策を進めています。

日本は食料の約6割を国外に依存する他に例を見ない低食料自給率の国です。今後も果たして食料を今以上に他国に依存することでよいのか、農業の多面的機能は考えなくてよいのかが今真剣に問われております。一方、肥料の重要性はわかる。しかし、化学肥料で出来た農産物は食味や安全性に不安があるのではないかと、有機肥料の方が安全で、環境にも優しく、これからは有機肥料にしてはどうかとの声も聞かれます。

このため、当協会では化学肥料について、改めて皆様に広く関心と正しい理解を頂けるよう、『有機農業と化学肥料』を作成しました。なお、説明は客観的視点をお持ちの外部の専門家の方々をお願いしました。ご一読頂ければ幸いです。同時に、『肥料とは何か』その他の冊子も作成しており、併せてご活用頂きたいと存じます。

平成10年6月

目 次

第Ⅰ章 化学肥料が果たしてきた役割

1. 化学肥料の歴史
 - 1.1 化学肥料がなかった時代…………… 2
 - 1.2 100年前の状況…………… 4
 - 1.3 日本における肥料と化学工業の発達…………… 6
2. 化学肥料を使うようになって農業はどう変わったか
 - 2.1 日本農業における肥料の貢献…………… 8
 - 2.2 世界の食料生産と肥料…………… 10
 - 2.3 肥料をたくさん使っているのはどの国か…………… 12
3. 肥料はこれからも役にたつか
 - 3.1 肥料の原料は何か、日本では十分にあるか…………… 14
 - 3.2 肥料を使うと農産物が高くなるか…………… 16
 - 3.3 肥料は環境に悪い影響を与えないか…………… 18
 - 3.4 世界の人口問題の解決に肥料は貢献できるか…………… 20

第Ⅱ章 有機農業とは何か

1. 今、なぜ有機農業か
 - 1.1 有機農業とは…………… 24
 - 1.2 環境保全型農業と有機農業…………… 26
 - 1.3 環境保全と資源リサイクル…………… 28
2. 有機農業の現状
 - 2.1 世界の有機農業の規格…………… 30
 - 2.2 日本における有機農業の規格…………… 32
 - 2.3 有機農業と自然農法…………… 34
3. 有機農業の限界
 - 3.1 有機農産物の価格…………… 36
 - 3.2 有機農業と安全性…………… 38
 - 3.3 有機農業と微生物…………… 40
 - 3.4 有機農業と品質…………… 42
 - 3.5 有機農業と食糧生産…………… 44

第Ⅲ章 化学肥料と有機質肥料

1. 有機質肥料と化学肥料はどう違うか
 - 1.1 原料の違い、製法の違い……………48
 - 1.2 肥料の効き方が違う……………50
2. 有機質肥料と化学肥料との使い方の違い
 - 2.1 特徴を生かした使い方……………52
 - 2.2 機械施肥の普及と肥料……………54
 - 2.3 施肥の環境への影響……………56
3. 新しい化学肥料
 - 3.1 ゆっくり効く化学肥料の開発……………58
 - 3.2 施肥技術の革新……………60
 - 3.3 多様化した化学肥料……………62
4. 耕地への有機物施用は欠かせない
 - 4.1 地力の維持と有機物施用……………64
 - 4.2 有機物の種類と効果……………66
 - 4.3 水田と畑との違い……………68

第Ⅳ章 21世紀の日本と世界

1. 20世紀末の日本
 - 1.1 「飽食時代」の終わり……………72
 - 1.2 日本農業の現状……………74
2. 世界の食糧を脅かす要因
 - 2.1 人口増加と経済成長……………76
 - 2.2 世界の耕地はもう増えない……………78
 - 2.3 異常気象が増えている……………80
 - 2.4 不足する水資源……………82
 - 2.5 新しい農業技術への期待……………84
3. 21世紀は農業の世紀
 - 3.1 消費型社会から循環型社会へ……………86
 - 3.2 日本農業の復権を……………88

第 I 章

化学肥料が
果たしてきた役割

1. 化学肥料の歴史

1.1 化学肥料がなかった時代

肥料の歴史は農耕の始まりにまでさかのぼるほど古く、農業とは切り離せない資材です。

ギリシアの放浪詩人ホメロス(紀元前900~700年ころ)は「オデッセイ」の中でブドウ園の肥料に堆肥を使うと書いており、ローマのカトーは紀元前300年ころに「よい農業とはよい耕起、よい管理、よい施肥を意味する」と述べています。そのころの肥料は、堆きゅう肥、動植物廃棄物、人間・動物・鳥の排泄物、森林からの落葉、緑肥、灰、石灰などでした。聖書のルカ伝には、硝石が肥料になると引用しています。

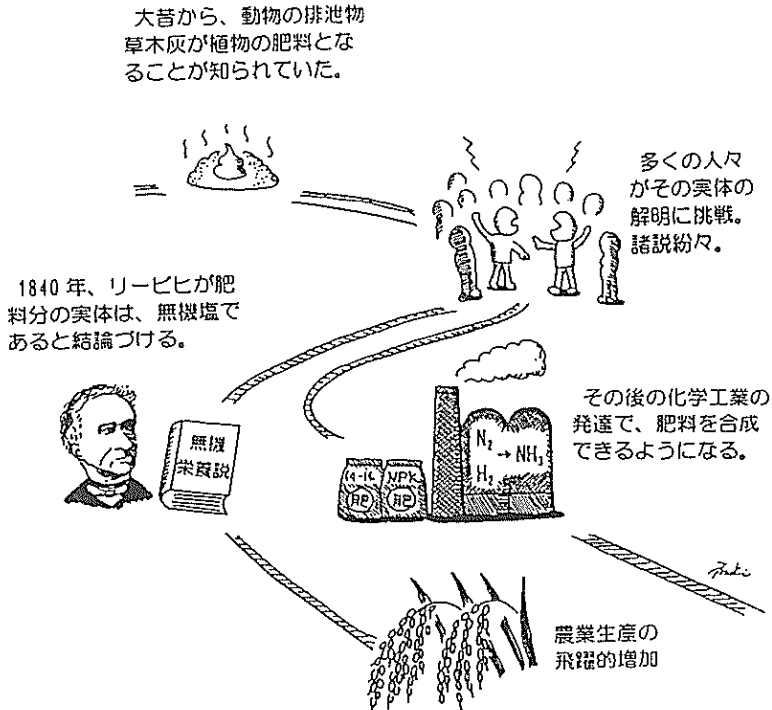
その後、農業は近世の初めまであまり発展することがなく、土壌生産力の維持は、主に休閑とマメ科植物(緑肥)のすき込みに依存していました。農業生産は低いレベルにとどまり、1800年ころまで穀類は種子1kgから5~6kg程度の収量が得られるに過ぎませんでした。人口が増えるにつれて各地で飢饉が頻発し、これがヨーロッパ各国での政情不安~革命の一因になっていました。

19世紀に入ると、チリから硝石、ペルーからグアノがヨーロッパに輸入されるようになりました。骨粉やリン鉱石を硫酸処理して過リン酸石灰が作られたのは、1843年イギリスでのことです。1860年にはドイツの岩塩鉱山からカリ塩が肥料として掘り出されるようになりました。

植物栄養についての研究もようやく盛んになり、1840年にはリービヒの無機栄養論が出されました。その後、彼の論敵との

激しい論議で次の諸点が明らかにされ、近代肥料学が生まれました。

- ①植物は腐植を養分とするのではなく無機物質(ミネラル)を養分として生育する。
- ②多くの土壌では、植物が適正に生育するには養分が不足している。
- ③施肥をして養分を供給することにより、植物の養分不足をなくすることができる。



肥料の歴史

1.2 100年前の状況

19世紀は人口増加が顕著になった世紀です。世紀末には窒素肥料の資源がなくなるのではないかと心配されていました。

有名なマルサスの人口論は18世紀末に書かれたのですが、彼の心配はアメリカ大陸への移民と肥料の出現で杞憂に終わったようにみえました。

過リン酸石灰、カリ塩の利用に続いてトーマスリン肥（1879年）、石炭ガスからの副産硫酸アンモニウムの製造などが始まり、食料増産への貢献が明らかになってきました。しかし最も植物生育に影響する窒素肥料については問題がありました。頼れる資源がチリの硝石しかなかったからです。

1898年、イギリス学術協会会長クルックス（陰極管の発明者）は、「現在採掘しているチリ硝石は有限であり、掘りつくされる日も遠くはない。今われわれがもっとも注目すべきは無限にある空中の遊離窒素である。この窒素を植物が吸収できる形態にかえて肥料にすることは、われわれ科学者の双肩にかかる重大かつ緊急の課題である。」と演説し、窒素固定研究を促しました。

それに刺激されて20世紀初頭に窒素固定工業が華々しく開花しました。1903年クリスチャニア（現在ノルウェイ）のビルケランとアイデの電気アーク法による硝酸の製造、1905年ドイツのフランクとカロによる石灰窒素の製造がそれぞれ工業化されましたが、もっとも決定的な技術は、1909年のドイツのハーバーによるアンモニアの合成と1913年のボッシュらによる工業化でした。

この高圧下でのアンモニア合成はきわめて高度な技術であり、その後の化学工業の発達に大きな貢献をしました。アンモニア

工業が化学工業の始まりとなった例は各国で見られます。

19世紀末から20世紀にかけての状況は多くの示唆を与えます。クルックスの演説はそのまま20世紀末にも当てはまる感があります。私たちは幸い肥料を製造する技術はもっていますが、肥料の製造に必要な資源・エネルギーの問題は未解決です。肥料の誤用・過剰施用による環境問題の解決も、まさに現在の科学者の双肩にかかっている課題です。この解決なしでは21世紀の人口問題は解決しないでしょう。



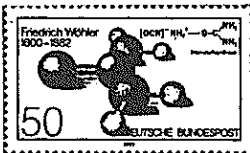
リービヒ（1803-1873）

植物が無機栄養で生育することを提起し、肥料学の基礎を作った。



ハーバー（1868-1934）

空中窒素を固定してアンモニア合成に成功。1918年にノーベル賞受賞。また工業化したポッシュも1931年にやはりノーベル賞を受賞した。



ヴェーラー（1800-1882）

1828年に尿素の合成に成功。それまで有機物は生物しか作れないと信じられていた。いま尿素は代表的な化学肥料。

1.3 日本における肥料と化学工業の発達

日本での肥料の歴史も古く、またリサイクリングの歴史にも古いものがあります。

奈良時代にはすでに野草の、また平安時代には、きゅう肥、野草、草木灰の施用の記録があります。日本最古の農学書といわれる清良記(せいりょうぎ、1564年に成立)や宮崎安貞の「農業全書」(1696年)などの古い農業書には糞、糞培などの字が「こやし」に当てられています。「農業全書」には、さらに魚貝肉、植物油かす、米ぬか、海藻、緑肥などの用法も記載されています。

江戸時代になると都市住民の排泄物は有料で農家に引き取られ野菜などの栽培に使われ、リサイクリングが行われていました。これは明治初期にきた西欧人に注目され、リービヒも「日本に学ぶべきだ」と賞賛していることは有名です。

江戸末期に出版された大蔵永常の「農稼録」(1810年)には、「干鰯(ほしか)、油かす、これを金肥(きんぴ)という。金銀をいだして調うものなればかくいうなるべし」とあり、当時の換金作物であるワタ、アイなどを中心にして施用されていました。佐藤信季の「培養秘録」(1817年)や大蔵永常の「農稼肥培論」(1826年)には、今でいう硝酸塩やリンの効果について記録しています。

明治になると欧米の知識、文物が急速に入り、リービヒの著書も相当早くから読まれていたようです。肥料という言葉も、1878年(明治11年)に岡田好樹が訳した「英国農業編」に、すでに「人工肥料」「農場肥料」のように使われています。

肥料工業の導入も早かったのです。1887年(明治20年)には高峰讓吉・渋沢栄一が東京人造肥料会社(現 日産化学)を設立し、釜屋堀(江東区大島1丁目)で過リン酸石灰の製造を始めました。

(江東工高近くの小公園に化学肥料創業の碑が建っています。)

窒素肥料工業としては、1908年に野口 遵・藤山常一が日本窒素肥料会社を設立して熊本県水俣で石灰窒素を製造し、アンモニア合成は1923年に宮崎県延岡(現 旭化成工業)で輸入技術を使って始められました。国産技術でのアンモニア合成は、臨時窒素研究所(1918年に設立)の小寺房治郎らの東工試法による1931年、昭和肥料(昭和電工)川崎工場での生産が最初でした。

第2次大戦後には、食料増産に必須な肥料工業は政策的支援を受けて急速に復旧しました。尿素、塩アン、よう成リン肥、焼成リン肥、高度化成などの新肥料の開発・製造も盛んになり、輸出産業としても花形でした。

工業からの副産物を利用する面でも肥料は重要であり、肥料がなければ化学工業は成り立ちにくい面もあります。



我が国で最初の化学肥料工場の跡地に建てられている尊農の石碑
(昭和18年建立、東京都江東区大島1丁目)

2. 化学肥料を使うようになって農業はどう変わったか

2.1 日本農業における肥料の貢献

狭い日本の農地では肥料を使って生産性をあげる以外に農業を成り立たせるのはきわめて困難です。肥料の利用効率を高くし、環境に対する影響を最小限にとどめることが重要です。

農産物は消費地に運ばれ消費されるので、農産物中の養分は農耕地から失われます。失われた養分を補わなければ地力が衰え生産が落ちてきます。

日本ではこの養分を補うために、たい肥などが古くから使われてきましたが、その主な原料は山林・原野の下草・野草でした。稲わらは、ワラジ、ミノ、ムシロ、ナワ、タワラなどの生活必需品の原料でしたので水田外へ多量に持ち出されていました。したがって水田の肥沃度を維持するためには外から養分を補給することが必要であり、それが山野草などだったのです。江戸時代の農業書には年中行事としての草刈りが描かれています。しかし養分を持ち出していたので、江戸末期の山林は貧弱だったといわれています。

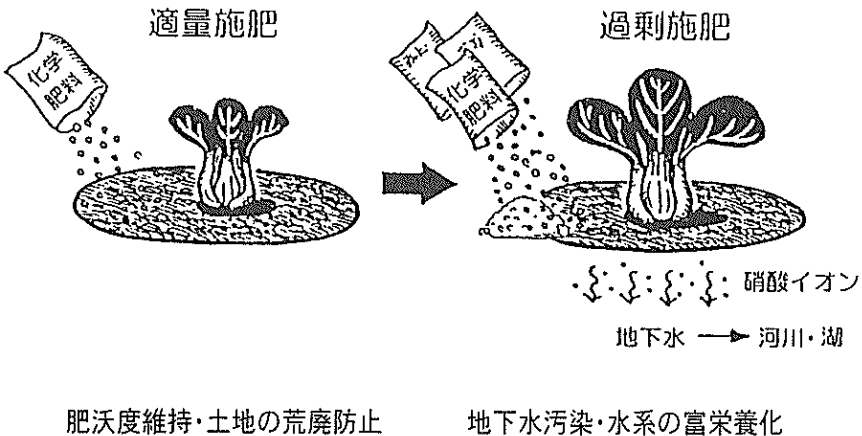
ところで草刈りはそんなに古いことではありません。荒川の岩淵水門(東京都北区)の近くには「草刈りの碑」が建てられており、「農民魂は草刈りから」と刻まれています。これは第2次大戦中に肥料不足を補うために全国的に草刈り運動が推進され、荒川の川原で全国大会が開かれたなごりなのです。

下草刈りは夏の暑い時期の重労働でした。現在では入会林がなくなり、山林への立入は制約されますので、草刈りをしよう

と思ってもできないのが現実です。リサイクルの見地から、人
ふん尿を利用しようとしても衛生的に多くの問題があり、もう
不可能です。

肥沃度を維持するためには、マメ科植物を混播するか緑肥と
してすき込む方法がありますが、このためには目的作物の栽培
を少なくとも一作の間やめなければなりません。土地面積に制
約があり、地代の高いわが国では採用しにくいのです。これに
代わる方法として明治時代になると中国東北部から大豆油かす
が大量に入荷されて金肥となり、昭和初期にはさらに硫アン、
過リン酸石灰などの化学肥料に代わっていったのです。

化学肥料は、効果が早く確実であり、分施、施肥時期・施肥位
置の適正化によって高収量が得られ、農産物の安定・低コストな
供給にも貢献してきたのです。



2.2 世界の食料生産と肥料

人口の増加が著しい国・地域では食料の増産が緊急の課題です。肥料を有効に使い面積当たりの農作物収量を上げることがきわめて重要です。

農耕地の面積には限りがあり、また開墾によって開かれる面積ももう期待できません。収量を上げる方法としては、品種の改良、栽培法の改善、かんがいなどの改善、病虫害被害の回避、施肥などいろいろあり、開発途上国では農産物の貯蔵・輸送などにも問題があります。

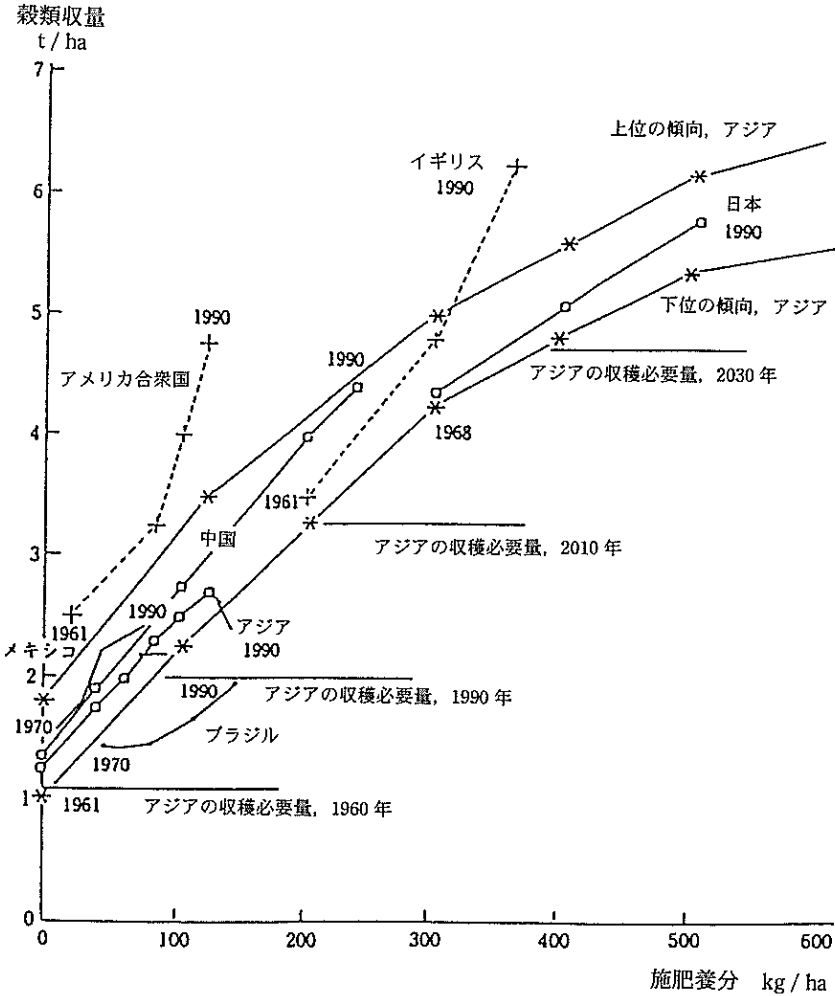
品種改良は重要ですが、これも施肥が伴わなければ多収とならない場合が多いのです。一般的に新品種には施肥反応が高いものが選抜されているからです。栽培法の改善についても開発途上国では新技術としてなかなか定着しません。

このような状況の中で、肥料の使用はもっとも確実にすぐ効果が現れる技術となっています。農家を指導する場合も、まず施肥改善で効果を実感させると、他の技術の導入も容易になっていくようです。施肥が新技術導入の「引きがね」となるのです。

肥料の施用量と農産物の収量には密接な関係があることはよく知られています。図はアジア、ヨーロッパ、南北アメリカ諸国での施肥量 ($N+P_2O_5+K_2O$) と穀物収量の国ごとの平均値を示しています。各国とも年々施肥量が増えており、それにつれて収量が上がっています。この図にはアジア諸国の上位と下位の傾向線が描かれていますが、アジアで2030年に収穫が必要なレベルは、日本の10年以上前の施肥量で到達できると推定されています。

現在、中国、インド、インドネシアなどで肥料の生産が急増しており、すでに生産量は日本を大きく越えています。ただ農

耕地面積が広いのでまだ十分に行きわたっていないのです。



アジアとヨーロッパ、ラテンアメリカ、アメリカ合衆国における肥料施用量の伸びと作物収量の増加 (July, 1993)

2.3 肥料をたくさん使っているのはどの国か

オランダが世界一です。このオランダでは今、養分施用量と吸収量がバランスするように国をあげて努力しています。

肥料の面積当たり施用量を国別に比較するのは案外むずかしいことです。オーストラリア、ニュージーランドでは、リン酸肥料の施用量が多いのですが、これは草地でのリン酸肥料の施用量が多いためであり、広大な草地は農耕地に入らないので見かけ上農耕地での施肥量が多くなっています。野菜・花の栽培が多く、施設栽培が多いと年間の栽培回数が多くなり、施肥量も多くなります。オランダで施肥量が世界一多いのはこのためです。

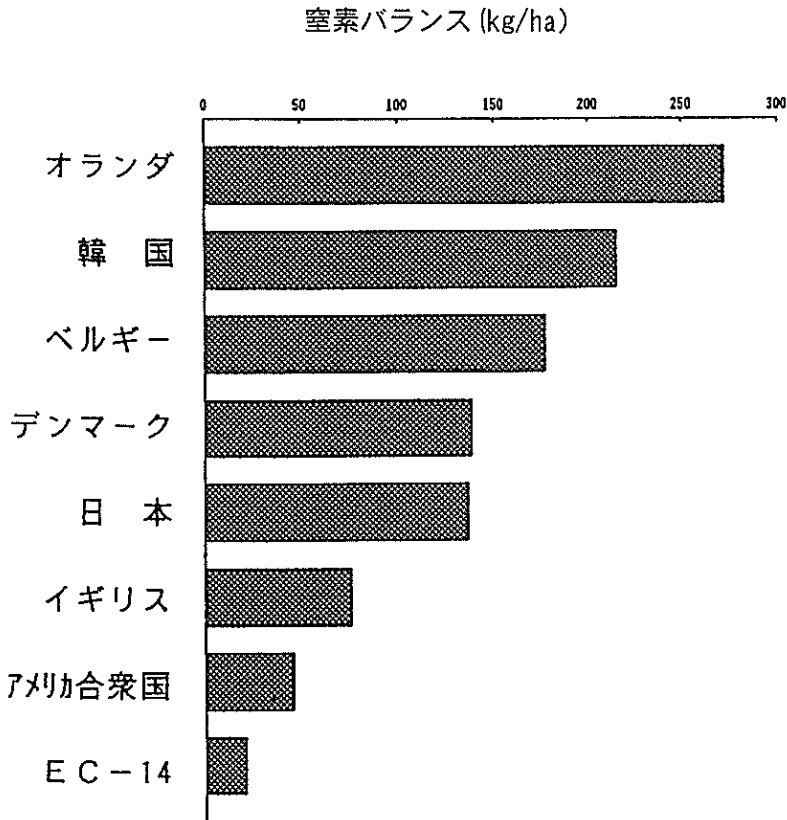
最近、OECDでは農業環境指標を作り、それで農業活動が環境に与える影響を定量的に評価しようとしています。この指標は農業活動が環境にどう影響しているか、またその対応として政策対応が必要か、またその対応が有効であったかを判断するために使おうというものです。この指標のひとつに農耕地面積当たりの植物養分の施用量があります。

その計算法についても議論があったのですが、結論として養分の投入量としては、(肥料+家畜排泄物+その他下水汚泥など)の養分量から作物が吸収する養分の量を差引き、これを養分バランスとして、その量を農耕地面積当たりで示すことになりました。たとえ養分の投入量が多くても、その養分が作物に回収されれば、放出されて環境に影響することが少ないだろうということでした。

このようにして計算された養分のうち、窒素について示したのが右ページの図です。オランダが世界一、続いて韓国、ベルギー、デンマークとなり、日本は5位です。日本では水稻の施

肥量がこのところコメの品質との関連で頭打ちになっているのが効いているようです。

ところで欧米先進国ではこのところ農産物の過剰を抱え、また環境問題も深刻となり施肥量が顕著に低下しています。オランダではとくに環境に対する関心が高く、施肥量についても吸収量とバランスがとれるように政策的に制限し始めています。



世界各国における施用窒素のバランス (1993-95) (OECD資料)

$$\text{バランス} = (\text{肥料} + \text{有機物}) - \text{作物吸収量}$$

3. 肥料はこれからも役にたつか

3.1 肥料の原料は何か、日本では十分にあるか

肥料の原料は、石油・石炭などのエネルギー原料、リン鉱石、カリ鉱石などです。国産の原料はほとんどなく、輸入に依存する程度が高いので、肥料の効率を高くし有効に使わなければなりません。

窒素肥料のほとんどは、アンモニアを原料として作られています。植物は空中の遊離窒素を直接利用することはできないので、まずアンモニアとして固定し、これをアンモニウム塩、尿素、硝酸塩などに加工する必要があります。

アンモニアは、窒素と水素を高圧下で反応させて作りますが、窒素は大気中に無尽蔵にあるので、問題は水素です。水素の製造のためにはエネルギー源が必要であり、その方法によりコストが決まってしまう。ハーバー・ボッシュ法では石炭を使い、水性ガス法で水素を作りました。東工試法では夜間の余剰電力を使い、水を加水分解して水素を得ていました。しかしこれらの方法はいずれも現在ではコスト的に成立しなくなっています。

現在一番使われているのは天然ガスですが、これを使うと合成ガスの精製コストが少なくすむためもっとも安くアンモニアを作ることができます。日本が国際競争力を失ったのもこの天然ガスが十分になかったからです。

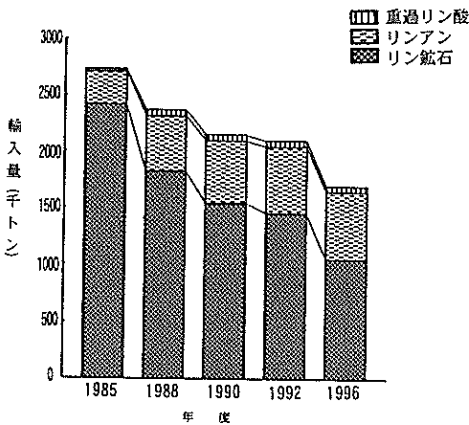
リン酸肥料の主な原料はリン鉱石です。日本では能登島で掘り出されたことがありますがすぐに枯渇してしまいました。今はすべて輸入です。世界的にみてもリン鉱石の産出国は限られているところに問題があります。これまではアメリカ(フロリダ)

からの輸入が多かったのですが、資源保護、環境問題でアメリカは輸出を禁止してしまいました。現在は、中国、モロッコ、ヨルダンなどから輸入しています。

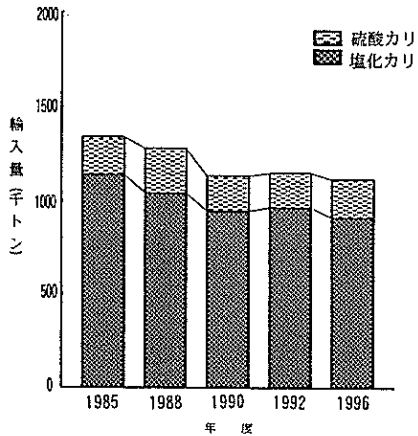
カリ肥料の原料となるカリ鉱石はカナダなどで産出しています。カリ鉱石の埋蔵量は多く、リン鉱石ほど資源的に枯渇する心配はありませんが、産地が限定されている点は問題です。ただ海水中に比較的多い(0.045%)ので、エネルギーさえ十分にあればここから回収することは技術的には可能です。

有機質肥料も輸入に依存する比率が高いのです。代表的な有機質肥料はナタネ油かすと骨粉ですが、ナタネは中国・カナダなどから輸入し日本で油を絞っているだけですし、骨粉は中国・アルゼンチンなどからの輸入が多くなっています。もともと有機質肥料は飼料などとの競合があり、価格は安くなりにくいのです。

リン酸肥料および原料の輸入量



カリ肥料の輸入量



3.2 肥料を使うと農産物が高くなるか

農産物のコストは肥料を使って増収を図るほうがむしろ安くなります。肥料なしでも機械費や労賃はあまり変わりませんから、減収するだけ生産費は高いものになります。

米の生産費のうち肥料費をみると、15年まえには10a当たりで11,136円(生産費の7.8%)、うち購入肥料費は9,383円(同6.6%)でした。最近の数字をみると、この費用はむしろ低下しており、肥料費で8,383円(同6.2%)、購入肥料費は8,033円(同5.9%)となっています。この期間に農薬、労賃などは増加しておりますが、費用全体としては低下していることが右ページの表にみることができます。

このように米の生産費で肥料費が減っているのは、最近の良食味米への指向のためです。米は生産過剰となっており、収量よりは高価格で売れる米を農家が作ろうしているからです。

もっと肥料を減らせばどうなるでしょうか。購入肥料費をなくしても生産費は6%しか減りません。米はおそらく20~25%は減収となるでしょう。米の収量は10a当たりで500kgくらいから400kgくらいに低下することは容易に想像されます。簡単に計算すると、米の10kg当たりの生産費は、2,700円から3,200円に増加してしまいます。

購入肥料のうち、化学肥料をやめて有機質肥料にすると肥料代は大幅に増加しなければなりません。(購入有機質肥料の価格は窒素成分を同じにして計算すると5倍以上になります)。たい肥など自給肥料を増やすことは労働費を相当に見込まなければ現状では困難です。

麦類、ダイズなどは肥料に依存する程度は米よりも高くなり

ますので、肥料がないと減収する比率はさらに高くなります。

10アール当たり米の生産費(1983および1995年度)

費用項目	1983 年度		1995 年度	
	円	(%)	円	(%)
肥料費	11,136	7.8	8,383	6.2
(うち購入)	9,383	6.6	8,033	5.9)
農業薬剤費	7,309	5.1	7,615	5.6
農機具費	40,970	28.8	26,625	19.7
労働費	56,281	39.6	57,016	42.1
その他費用	22,240	15.6	35,749	26.4
費用合計 [※]	142,179	100.0	135,388	100.0
(うち購入)	41,459	29.2	55,208	40.8)

※第一次生産費のみで、地代は含まない。

3.3 肥料は環境に悪い影響を与えないか

環境に対しては農業それ自体が大きく影響しています。肥料も無関係ではありません。しかし食料がなければ環境どころではないのも現実です。環境と食料供給を両立させる見地がもっとも重要なのです。

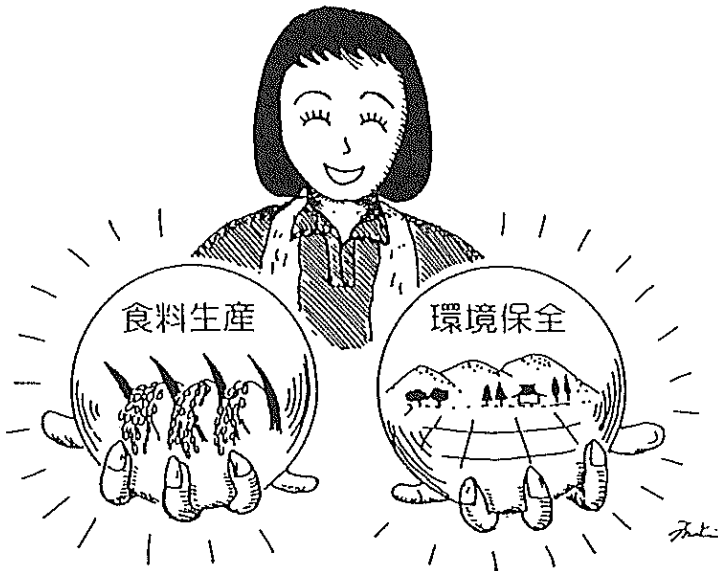
農業のためには、森林を切って開墾し地形を変えて作業を容易にするなど、自然に大きな働きかけをしてきました。不適切な農業では侵食、砂漠化の加速などがあって土地荒廃にまわってしまう例は今でも世界中でみられています。環境保全的な農業が求められているのです。

肥料についても不適切な使い方をしたときには、環境に対して影響することは明らかです。地下水中での硝酸性窒素の集積は、家畜排泄物のほかに窒素肥料、有機物などの施用も関係しています。肥料製造の際のエネルギーの消費は、二酸化炭素の発生になりますから地球の温暖化に関係します。また窒素を施用したときに発生する亜酸化窒素は、地球温暖化やオゾン層破壊に関係するといわれています。

肥料は本来は植物の栄養であり、適量を適時に施用すると大部分は植物に吸収・利用されますので、環境に放出されるのは利用されない残りの部分ということになります。したがって植物による利用率を高め、無駄に環境に失われる量を少なくすると、環境に対する影響は最小限にとどめることができます。

肥料の利用率を高める施肥法の研究は、これまでも土壌肥料学の大きな課題でした。施肥反応の大きな品種を使い、施肥位置、施肥時期、施肥量を適正にするのは環境保全的農業生産においても基本的な技術です。

農業は食料生産ばかりでなく、緑の効用で環境保全にも大きな貢献をすることができます。二酸化炭素の吸収、酸素の発生、水資源の保全とかん養、保健・休養機能などをその例にあげることができます。肥料を適切に使うと、この緑の効用を大きくすることができるのです。



農業の役割

3.4 世界の人口問題の解決に肥料は貢献できるか

人口問題は複雑であり、肥料だけで解決できるようなものではありません。しかし解決のための手がかりとはなりうるものであり、またそうであってほしいと念願しています。

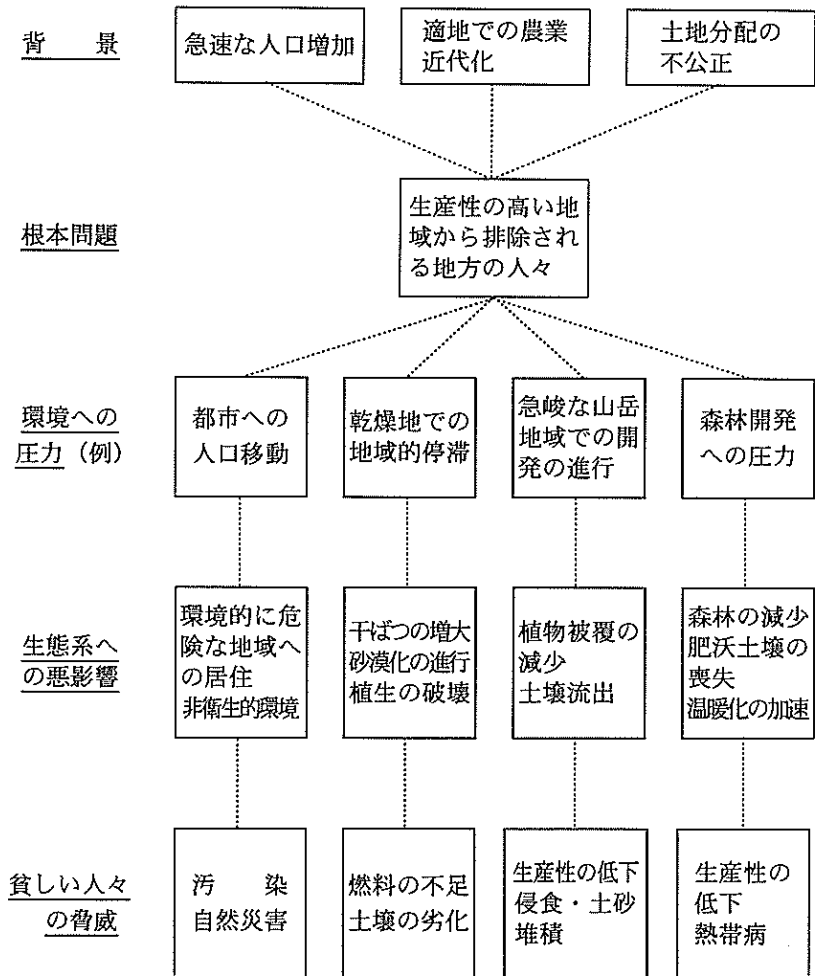
人口問題の背景やその影響は複雑ですが、増加する人口と貧困、それが生態系に及ぼす影響については右ページのようにみることができます。開発途上国などでは、急速に増加する人口が食料生産の場に収容できなくなった結果、都市、砂漠周辺、傾斜地などに多くの人に移らざるをえなくなっており、これが生態系に悪影響を及ぼし、それが貧しい人々への脅威となって問題となっているのです。

生態系に悪影響があるからといって、砂漠化の進行する地域での家畜の放牧をやめさせたり、侵食の多い傾斜地での農業を単に強制的にやめさせることはできません。最初に必要なのは、その地域の人たちが生活できる食料生産の手段を確保することです。熱帯雨林をただ切るなどいっても、現地の人には理解してもらえないのも同じことです。

農耕の適地では単位面積当たりの生産量を高くして収容力を大きくし、生態的な保護が必要な地域の人を、適切に誘導する政策が必要だと考えます。農耕地にはそれぞれ環境保全容量がありますが、農耕適地ではこの容量が大きいのです。

前節で説明したように、肥料は適切に使えば環境に対する影響は最小限にとどめることが可能です。もちろん肥料以外にも、適切な品種の導入、栽培管理法の改善など総合的な技術の改善が必要なことは当然です。しかし開発途上国への農業技術援助では、効果が確実な肥料の利用が大きな武器になることは間違

いがありません。



貧苦と環境の関係 (UN-ESCAP,1990)

第Ⅱ章

有機農業とは何か

1. 今、なぜ有機農業か

1.1 有機農業とは

有機農業とは、化学肥料や農薬に依存しない農法で、有機物を利用して地力を培養しつつ、品質のよい農産物を生産することを目的としています。その基本にあるのは、現代農業の反省です。

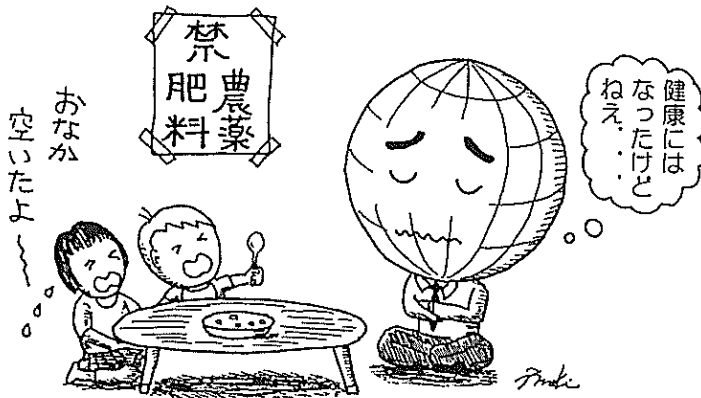
1950年代までは、戦争とそれに続く経済混乱や資材不足により、食糧の増産は非常に大きな問題でした。その後の化学肥料の普及と、それをういた農業技術の改良は、先進国に食糧の過剰供給をもたらしました。その結果、食糧の質や安全への関心が高まるようになり、今、化学肥料や農薬に依存しない有機農業が注目されています。

この50年間に、化学肥料を使った農法により食糧の増産が可能になり、生活が豊かになってきました。しかし、食糧増産のために行き過ぎた施肥が行われ、ヨーロッパでは地下水に硝酸イオンが蓄積される傾向がみられるようになりました。硝酸は作物の肥料としては欠かせない成分ですが、これを多量に含む飼料を食べた牛は酸素欠乏状態になり、生後間もない人間の赤ちゃんが汚染された地下水を飲むと血液が青くなるブルーベビー症を引き起こすことがあります。

この他にも、農耕地の塩類集積や砂漠化、農耕地からのメタン・亜酸化窒素などの温室効果ガスの発生など、農業は環境に対して悪影響を与えていることが指摘されはじめました。自然を活用する農業も環境に配慮した生産方式が求められ、物質循環を大切にしたい有機農業が注目されています。また、食糧が十分

に供給されるようになると、より高品質のものを求めるグルメ嗜好の面からも、有機農業に期待が寄せられています。

有機農業の注目とともに、化学肥料や農薬が悪者になっていますが、実際は、生産活動の効率化とともに農業生産における物質の循環が絶たれ、作物に必要な養分が特定の地域に集中的に蓄積したことが大きな原因です。つまり、有機農業は、現代農業の反省として注目されているといえます。



有機農業は大切だが・・・

1.2 環境保全型農業と有機農業

環境保全型農業とは、現在の生産力を維持しながら環境を保全し、持続的な生産を可能にする農法の総称で、さまざまなタイプがあり、有機農業もこの中に含まれます。

環境保全型農業とは、環境と調和し、保全しながら持続的な生産を可能にする農法の総称です。長期的な生産性の維持と環境保全の両立を図るもので、表に示すようなさまざまなタイプが考えられ、有機農業もこの中に含まれます。

有機農業は、化学肥料や農薬に頼らない農業であり、収量があがらず、外観品質に問題がある場合が多いため、通常の市場流通では低い評価しか受けられません。これでは、一般の農業経営者が実施することが困難ですが、環境保全型農業は実現可能な農業といえます。

農林水産省(1994)は、環境保全型農業を「農業の持つ物質循環機能を生かし、生産性との調和などに留意しつつ、土づくりなどを通じて化学肥料、農薬の使用などによる環境負荷の軽減に配慮した、持続的な農業生産」と定義しています。また、環境保全型農業は、以下のような目標を追求する農業生産技術体系を指しています。

- (1) 現在の生産水準を低下させることなく、持続可能な農業を進めるために、農地の持つ潜在的生産力や自然的特性に適合させるような作付体系を創出する。
- (2) 環境や生産者・消費者の健康を損なうような、危険性の高い生産資材の使用を減らす。
- (3) 農地管理の改善ならびに土壌、水、エネルギー、生物などの資源の保全を重視した、低投入で効率的な生産を目指す。

- (4) 空中窒素の固定や、害虫と捕食者の関係にみられるような自然のプロセスを農業生産の過程にできるだけ取り入れる。
- (5) 植物や動物の種が持っている生物的・遺伝的な潜在能力を積極的に農業生産に取り入れる。

環境保全型農業のタイプのイメージ

タイプ	内 容
タイプⅠ	土づくりなど既存の技術を活用して可能な範囲で化学肥料、農薬を節減(例えば慣行の2割程度節減)すること等により環境負荷を軽減
タイプⅡ	リサイクルの推進、施肥・防除基準の見直し、新技術・資材の活用の推進等により、一層環境負荷を軽減
減～無化学肥料・減～無農薬栽培	環境負荷の軽減と同時に、消費者ニーズに対応して、化学肥料、農薬を慣行のおおむね5割以下～まったく使用しない栽培方法により農産物供給
有機農業	環境負荷の軽減と同時に、消費者ニーズに対応して、化学肥料、農薬に基本的に依存しない栽培方法により農産物供給

(農林水産省環境保全型農業推進の基本的考え方, 1994)

1.3 環境保全と資源リサイクル

「植物と動物の間には、基本的元素が循環している。都市と農村の分離は、人間と土地との間の、この循環系の破壊を招き、土地を消耗させる」(リービッヒ)

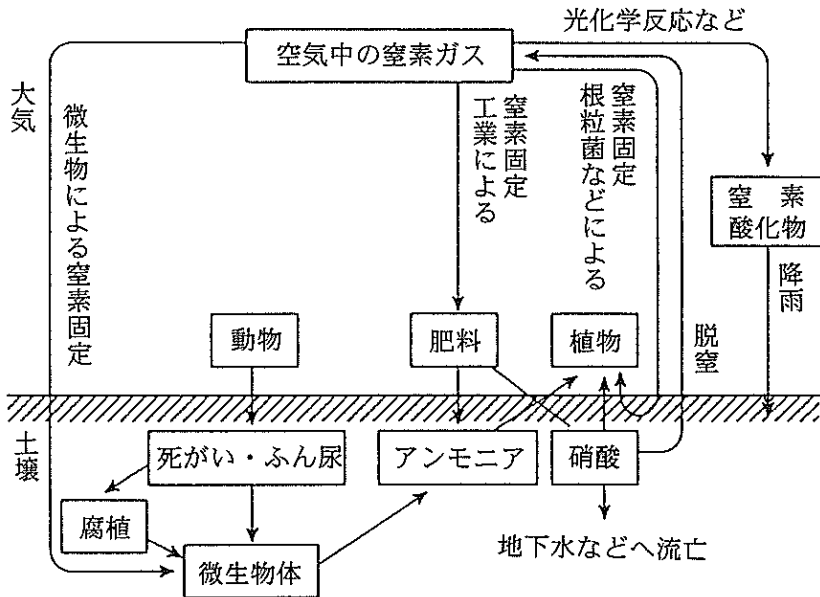
有機農業を推進するためには、肥料として有機物の施用は欠かせません。有機農業だけでなく、環境保全型農業でも一般農業においても有機物の施用は、地力維持のために欠かせません。この有機物資源として、農業系から出る有機性廃棄物を有効に利用するリサイクル型農業の確立が必要になります。

私たちの生活のまわりには、工業から排出される粕類など非常に多くの有機質資源があります。この中で家畜ふん尿以外はあまり利用されてなく、未利用資源と呼ばれています。

日本国内で1年間に排出される家畜ふん尿に含まれる窒素は68万t、リン酸45万t、カリ55万tにも及ぶとされています。この量は、国内で1年間に使用される化学肥料の分量にほぼ匹敵するほどであり、これをすべて有効利用すれば化学肥料はほとんど必要なくなると考えられます。しかし、有効利用するための処理や流通には解決すべき多くの問題があります。

家畜ふん尿以外に、下水汚泥をはじめとする汚泥類、家庭から排出される生ごみ、食品工業から排出される粕類など非常に多くの有機質資源があります。しかし、これらの有効活用には色々解決すべき問題があります。たとえば、下水汚泥の有効利用は大きな課題ですが、重金属が濃縮されて多く含まれているために、多量に施用することができません。その他、食品粕などの利用も考えられますが、これら未利用資源は発生場所がたよること、成分が安定しないことなどの問題点があります。

このように、未利用資源については、まだ確実な利用の道がひらけていませんが、近い将来、資源として利用し、リービッチの指摘した都市と農村の結合による環境保全が行われる日がくると思います。しかし、これらの資源が有効利用されても、成分が安定していて、速効的で利用しやすい化学肥料は、食糧生産の作物栽培には不可欠であり、有機物と化学肥料の併用が今後の農業技術の中心となるでしょう。



自然界での窒素の循環

2. 有機農業の現状

2.1 世界の有機農業の規格

多くの国の政府や団体は、有機農業に関して基準を定めています。有機農業運動国際連盟(IFOAM)が、1972年に結成され、ドイツに本部がある有機農業運動国際センターの基準が、各国の有機農業基準の基本になっています。

有機農業運動国際連盟の基準(1994年改訂)では、有機農業の主要目的として、表に示した12項目を掲げています。これは、農業生態系と農村の物質循環を重視し、地力を維持、増進させて生産力を長期的に維持し、外部への環境負荷を防止して自然と調和しながら、十分な量の食料を生産し、農業者の満足感と所得を保障することが目的であるといえます。

アメリカにおいては、1990年8月に「有機農作物に関する国定基準」が農業法に織り込まれ、有機農作物の認定証の交付が行われるようになりました。日本では、1989年に農水省に有機農業対策室が設置され、1992年10月に「有機農産物等に係る青果物等特別表示ガイドライン」を制定し、同時に「有機農産物等の生産管理要綱」を定めました。

このガイドラインでは、有機農産物を3段階に分けています。「有機農産物」は化学合成農薬、化学肥料及び化学合成土壌改良剤を原則として使用しない栽培方法によって3年以上栽培したものしか認められませんが、段階的なものとして、単年度だけ無化学肥料・無農薬で栽培したもの(無化学肥料・無農薬栽培)、化学肥料や農薬の使用量を慣行農法の半分に抑制したもの(減化学肥料・減農薬栽培)を設定しています。使用して良い肥料とし

では、自然に存在する物質の使用が前提であり、岩石や貝殻等から出来た石灰質資材、リン鉱石、米ヌカ、油カス、骨粉、堆きゅう肥等があげられます。

有機農業運動国際連盟 (IFOAM) での有機農業の主要目的(1996)

- ・ 栄養価の高い食物を量的にも十分生産すること
- ・ 自然のシステムやサイクルと総合的に共存、共栄すること
- ・ 微生物、土壌の動物・植物相、及び、動物、植物を含む農業体系の中での生態学的なサイクルを維持、向上させること
- ・ 土壌の長期的肥沃度を維持、増進させること
- ・ 地域農業システムにおいて再生可能な資源をできるだけ使用すること
- ・ 有機物、栄養素に関しては、できるだけその地域内のシステムの中で運用すること
- ・ 農場やその他の地域の再生可能でリサイクル可能な物質、材料をできるだけ使用すること
- ・ すべての家畜に対して、そのものが本来もつ習性を満たす基本条件を整えること
- ・ 農業活動に起因するであろうと思われるすべての汚染を回避すること
- ・ 植物、野生動物の生息地を含め、農業システムやその回りの環境の遺伝的多様性を保持すること
- ・ 農業生産者に国連の人権保護にもとづく生活条件を提供し、また労働環境の安全性を含む適切な収益と、仕事から得られる満足感を与えること
- ・ 農業システムの与える広い社会的、生態学的な影響力を考慮すること

2.2 日本における有機農業の規格

農林水産省の定めた有機農産物の定義では、農薬や化学肥料を使用しない栽培方法で、3年以上栽培したものとされています。

我が国では農林水産省が、1992年10月に、青果物(加工品を除く)、穀類(米麦を除く)、豆類、茶等の乾燥調製したものを対象にした「有機農産物等に係る青果物等特別表示ガイドライン」を制定し(1993年4月施行)、同時に「有機農産物等の生産管理要領」を定めました。これらは、1996年12月に改正されて、それぞれ「有機農産物および特別栽培農産物に係る表示ガイドライン」と「有機農産物および特別栽培農産物の生産管理要領」と名称も変更されました。さらに1997年12月には、米麦も含めるように改正されました。

有機農産物の定義(農林水産省, 1996)

当該農産物の生産過程等において、化学合成農薬、化学肥料及び化学合成土壌改良資材(以下「化学合成資材」と総称する)を使用しない栽培方法又は定められた必要最小限の使用が認められた化学合成資材を使用する栽培方法により生産された農産物であって、定められた必要最小限の使用が認められる化学合成資材以外の化学合成資材の使用を中止してから3年以上を経過し、堆肥等による土づくりを行った圃場において収穫されたものをいう。

使用することができる化学合成資材等

1	無機硫黄剤、無機銅剤(硫黄粉末、水和イオウ、石灰イオウ合剤、石灰ボルドー、粉末ボルドー、銅水銀剤、塩基性塩化銅水和剤、8-オキシキノリノラト銅など)
2	フェロモン剤等の作物又は圃場に直接施用されない農薬
3	購入時に種子・種苗にあらかじめ処理された合成資材(無処理のものの入手が困難な場合に限る)
4	作物の生長に不可欠な微量元素を補給する肥料
5	天然の有用鉱物資材、植物、動物及びそれらから摘出、抽出又は調製した天然物質であって原材料が明らかなものは使用が認められるものとし、これらを病虫害予防等農薬としての目的で使用する場合は、当該農薬が農薬取締法に基づき登録されたものであるときに限られ、その使用は当該登録の範囲内に限定されることとする。ただし、抗生物質の使用は認められない。

2.3 有機農業と自然農法

自然農法は、有機農法のひとつですが、有機農法に比べ、より自然の生態系に近づけようとする農法です。

有機農業は全国的に多くの方法が実践されていますが、有機農法の中でも、より自然のメカニズムに近い方法を取り入れているのが自然農法です。自然農法には、愛媛県の福岡正信氏が実践している方法とMOAの岡田茂吉氏が提唱した農法のふたつの流れがあります。

福岡氏は、愛媛県の水田や畑、果樹園で実践していますが、自然そのままの中に没入し、自然と共に生きてゆこうとする農法で、次のような表現がなされています。

「『自然農法』は、自然の道、無知無為の道である。『何もしない』が出発点であり、結論であり、手段ともなる。すなわち、楽で、たのしい百姓道に通ずる。『何もしない』無手勝流のダルマ農法であるから、不耕起、無肥料、無農薬、無除草が四大原則である。」(福岡正信著「自然農法」より)

MOAの自然農法は、植物質資材の利用による有機農法です。

MOA自然農法ガイドラインには、次のように書かれています。「自然農法は、大自然の摂理にのっとり、土の尊重を基本として生態系を保全することにより、人間はじめ全生命体が調和繁栄することを理念とする。」これは、岡田茂吉氏の論文に示された自然農法の理念「大自然は人間に対し時期の重要性を教えており、大自然のあるがままの姿こそ真理そのものである。従って人間は何事をなすにも大自然を規範としなければならない。それに学ぶ手こそ成功の最大条件である。」に基づいたものです。

自然農法は本来、植物質の資材だけで栽培する農法でしたが、

これだけでは現実性が少なく、生産があがらないため、現在では家畜糞の堆肥も使用が認められている農法もあるように、時代と共にその内容も変化しているようです。

田を耕すこともなく
肥料も施さず
農薬もつかわず
自然にできた
この一株の稲は
科学の力を否定し
人間の知恵の無用を示す
稲の中にすべてがあつた

福岡正信



3. 有機農業の限界

3.1 有機農産物の価格

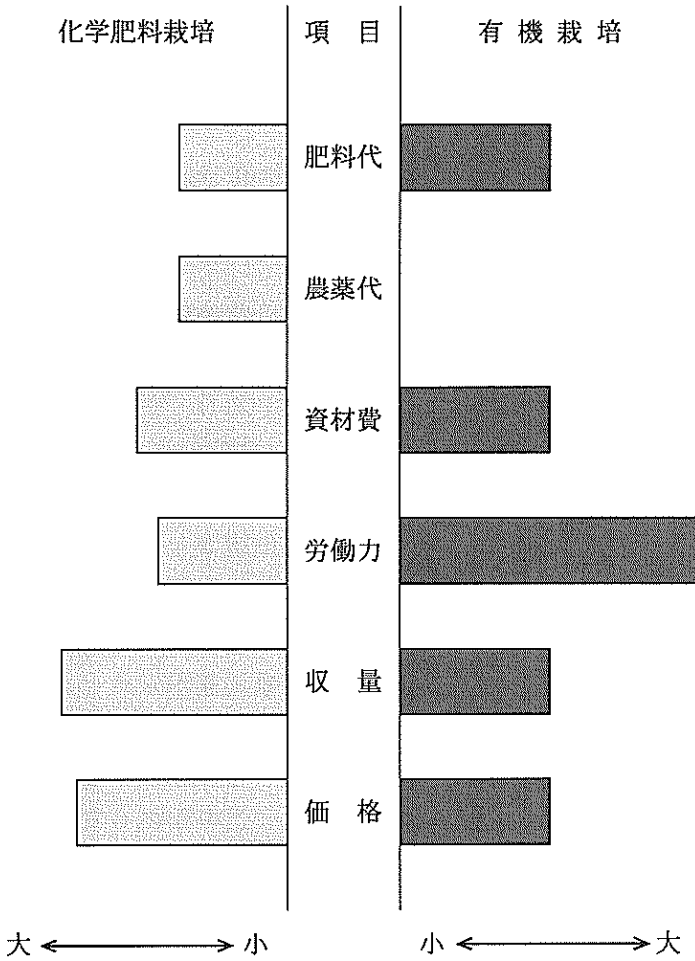
有機農業は、多大な労働力を必要とするにもかかわらず生産量が少ないため、農産物の価格が高いつき、大量生産で安価な農作物を提供することはできません。

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。肥料については有機肥料が化学肥料よりもやや高つくものの、農薬や除草剤を使わないため、経費は安くなると考えられがちですが、栽培に人手が多くかかり大量生産が不可能であり、また収量が低いために生産経費は高つくります。

有機栽培では、病虫害の少ない冬作物では比較的良好な結果が得られますが、生長速度が早く病虫害の多い夏作物では高い収量が望めません。場合によっては、葉菜類では収量が皆無のこともあります。また、病虫害を防ぐ対策や除草など人手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。

また、有機農作物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。そこで有機農作物は、直売などの独自の方法で、高くても有機農作物が必要な人々に提供できるシステムを作って販売しているのです。

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。現代農法は、大量に安定した農作物を提供するために農作物の価格が安く抑えられるため、いかに有機農業が見直されても、現代農法による大量栽培は、人類が生きていく上では不可欠なのです。



化学肥料栽培と有機栽培の必要経費の違い

3.2 有機農業と安全性

有機農業で使う堆きゅう肥や有機肥料も多量に使用すれば、環境汚染の原因になります。

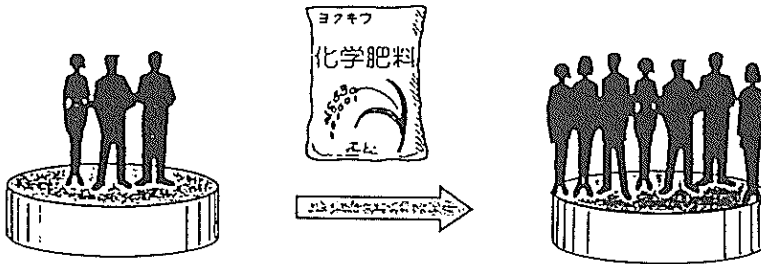
有機栽培は、人工合成された農薬や化学肥料を排除して作物を栽培する方法であり、自然界に存在するものだけを使うために、安心して食べられると考えられています。これに対し、化学肥料は人工合成した化学物質を使うために、人体に有害な作用があると考えられるかもしれません。しかし、化学肥料の大部分のものは天然に存在する化合物であり、また厳しい検査を受けているため、安全性にはまったく問題がありません。また、一部には化学合成された緩効性肥料もありますが、分解して生成するものは肥料成分以外には二酸化炭素と水のため、安全性にはまったく問題はありません。

有機肥料も土壌中に入れば、微生物により分解されて無機物になります。窒素の多い有機物を多量に施用すると、土壌中に硝酸イオンが多量に蓄積して地下水を汚染する原因になります。硝酸イオンで汚染された地下水を飲むと、赤ちゃんの血液が青くなるブルーベビー症を引き起こすことがあります。ヨーロッパにおける地下水の硝酸イオンの大きな原因に家畜ふん尿が指摘されているように、有機物も多量に使えば化学肥料と同じ問題が起きます。

この他にも、農耕地からのメタン・亜酸化窒素などの温室効果ガスの発生なども有機物を多量に施用すれば生じます。また、有機物の種類によっては、重金属含量が高い物もあるので注意が必要です。

一般に、有機農業は比較的少ない養分で栽培されているため、

環境汚染の原因にはなっていませんが、有機物といえども多量に使用するなど、誤った使い方をすれば環境を汚染することは化学肥料と同じです。要は、適切な使い方が重要なのです。



耕地面積当たりの食糧生産が増加し、多くの人口を養えるようになった。

3.3 有機農業と微生物

有機農業は土壌微生物を増やし、化学肥料は土壌微生物を殺すといわれていますが、適切に使えば化学肥料で微生物が減少することはありません。

有機農業をすすめる人の中には、「化学肥料を使えば土の中の微生物は死んでしまう」と考える人がいますが、実験データからみれば化学肥料で微生物が減少するという報告はみられません。

有機物には多くの微生物が含まれ、また土壌中では微生物の餌になるので、有機物施用は土壌微生物の種類や数の増加に大きく役立ちます。しかし、土の中には、作物の根がきわめて密に分布し、その根の周りには数多くの微生物が活動しています。作物が元気に生育し、根が十分に伸びる環境をつくれば、栽培の方法に関係なく土壌微生物を増加させることができます。

ただ、化学肥料は扱いやすいがゆえに過剰な施肥になりやすい欠点があります。過剰な施肥によりpHが低下したり、電気伝導率(EC)が上昇して、根が十分に伸びることができないような土壌環境になれば、微生物も減少することになります。また、化学肥料で注意しなければならないのは、硫酸のような肥料を使った場合、窒素が作物に利用されると、硫酸イオンが蓄積することが起ります。このような陰イオンが土壌中に蓄積しないようにすることが必要で、そのために陰イオンを含まない化学肥料が製造されています。

つまり、化学肥料だけを使っても、作物の生育特性に合せた適切な施肥を行い、土壌中に過剰に肥料が残留しないように気をつけて栽培すれば、化学肥料だけを使っても、土壌微生物を増やすことも可能なのです。化学肥料と有機物(堆肥)を併用す

る現行の農法は、微生物が快適に生存できる土壌環境が作られる農法なのです。

異なる肥料により栽培したトマト跡地の微生物調査結果

(藤原、1991)

(単位:cfu/g)

土壌の種類	多腐植黒ボク土			淡色黒ボク土		
肥料の種類	糸状菌	放線菌	細菌	糸状菌	放線菌	細菌
化学肥料	28×10^3	46×10^5	175×10^5	28×10^3	43×10^5	104×10^5
有機肥料	37×10^3	50×10^5	152×10^5	30×10^3	48×10^5	103×10^5

3.4 有機農業と品質

有機農業で栽培した農作物は品質が高く、化学肥料で栽培した農作物の品質は低いといわれますが、化学肥料を適切に使えば、高品質の農作物が得られます。

味に関係する成分は、糖や有機酸、アミノ酸、核酸、塩類等ですが、適切に化学肥料を使えば、これらが減少することはありません。有機栽培と化学肥料栽培で味の違いがいわれませんが、これらは主として生育相の違いによる水分含量の違いが養分の濃度に影響したものです。水分が少ないと味が濃く、歯切れも良く感じるのです。水分が少なくなれば相対的に糖分が増加し、甘く感じるのです。

化学肥料は肥料効果が高いために作物が良く生育し、水分含量も高くなるために糖などの内容成分が少なくなったように感じることがあります。肥料や水を多く与えれば、作物生育が良くなって味が薄くなるのは、化学肥料も有機肥料も同じです。化学肥料を使っても過剰な施肥をしなければ、味も栄養価も低下することはありません。

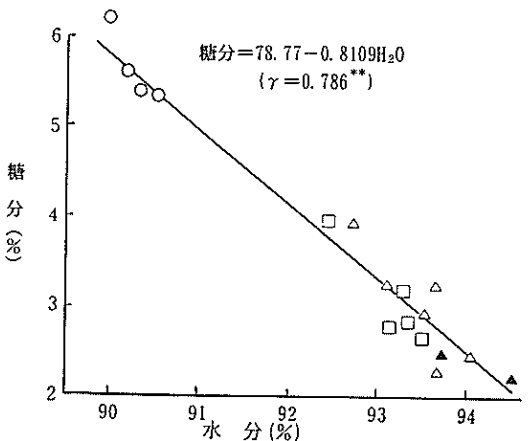
有機栽培と現行(化学肥料)栽培の違いについて、果菜類ではトマトやメロン、葉菜類ではハウレンソウのビタミンCについて研究された例がありますが、明らかな違いはみられないことが多いようです。違いがある場合も、生育が異なり水分含量が高いために内容成分の濃度が薄くなっており、乾物あたりの量に換算すると大きな違いがなくなります。コマツナの事例を表に示しましたが、生鮮物のビタミンC含量は有機栽培では9%高くなっていますが、乾物あたりに計算すると2%の差になっています。

化学肥料は、扱いやすく、農作物の生育に適したように作られていますので、ややもすると使いすぎることがあります。肥料成分の中でも窒素が過剰になると農作物が肥大成長し、味が悪くなったり、日持ち(貯蔵性)が悪くなる等の品質が低下することがあります。これに対し、有機肥料は土壌中でゆっくり分解するため肥料効果が悪く、過剰な生育が防げるため、有機肥料で栽培したものが品質が良いといわれているのです。

コマツナの水分とビタミンC(米沢、1981より作成)

栽培方法	水分含量	ビタミンC含量	
		生鮮物(比)	乾物含量(比)
無機栽培	93.78%	109mg(100)	1754mg(100)
有機栽培	93.36%	119mg(109)	1788mg(102)

キャベツ球の生体水分と糖分(野菜試, 1981)



○山土: やよい, 中早生 △黒ボク: 中早生, 長岡1号, 長岡60日, 未広, 星空 ▲黒ボク: 金系201 □水田: 中早生
糖分分析は矢野による。

3.5 有機農業と食糧生産

化学肥料の使用をやめたら食糧生産が激減し、深刻な食糧危機が予測されます。

現在、世界の人口は58億人程度ですが、毎年1億人も増えているといわれています。これに対し食糧生産は、1人あたり320kg程度の穀物が生産されています。これをそのまま人間が食べれば生活は維持してゆけますが、実際は、先進国ではこのうちの多くの部分を家畜の飼料として、その肉を食べています。その結果、世界的にみると栄養が不足している人々が4~5億人もいるといわれています。

化学肥料は農作物生産に大きく寄与してきました。米についてみれば、1950年頃の10aあたり平均収量300kg程度であったものが、50年後の現在では10aあたり500kg程度まで増加しています。これには化学肥料の活用による水稻の栽培技術の革新が、大きく寄与していることはいまでもありません。

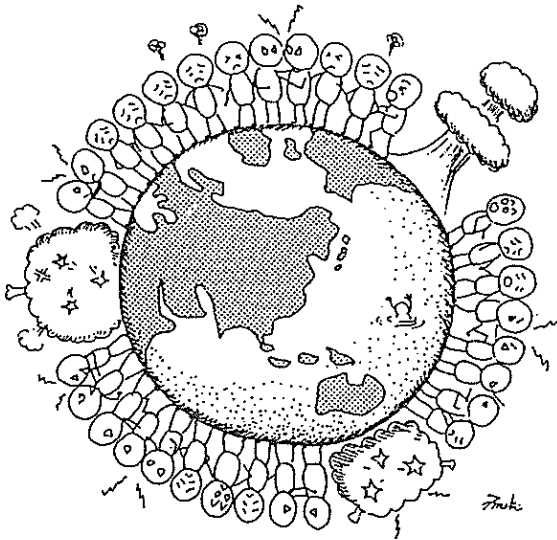
日本においては、家畜糞尿に含まれる窒素とカリの量が、日本中で使われる化学肥料の成分量と等しいといわれています。しかし、家畜の飼料に使われる穀物生産の大部分を海外にたよっているため、これらの輸入が中止されれば、日本の畜産業は成り立たなく、家畜糞尿も利用できなくなります。

現在の農業技術は、化学肥料の使用を前提として作られ、化学肥料のように効率の良い肥料でないと収量が上がらない作物が多くなっています。このため、化学肥料の使用を中止すると、世界の農作物の生産量は30%減収すると予測されます。その結果、食糧不足が世界中に広がる心配があります。

世界の人口と再生可能資源の利用可能量
(1990年頃および2010年予測)

	1990年頃	2010年	変化率	1人当たり 変化率
人 口 (100万人)	5,290	7,030	33%	- %
漁 獲 量 (100万t)	85	102	20	- 10
灌 溉 面 積 (100万ha)	237	277	17	- 12
耕 地 (100万ha)	1,444	1,516	5	- 21
放牧地および 牧草地 (100万ha)	3,402	3,540	4	- 22
森 林 (100万ha)	3,413	3,165	7	- 30

地球白書 (1994年 ダイアモンド社)



地球は満員

第Ⅲ章

化学肥料 と 有機質肥料

1. 有機質肥料と化学肥料はどう違うか

1.1 原料の違い、製法の違い

肥料には、有効成分など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。有機質肥料は、動植物質を原料とした肥料です。化学肥料は、化学的に合成しあるいは天然産の原料を化学的に加工して作った肥料ですが、日本には資源はほとんどありません。

有機質肥料は、動植物質を原料とした、定められた肥料成分を含む肥料です。普通肥料の公定規格では40近い種類の肥料が認められています。その他おでい肥料やたい肥など、品質の保証がない特殊肥料にも有機質肥料に類似しているものがあります。有機質肥料には、魚かす、骨、植物性油かす、蚕蛹、豆腐かす、菌体を原料としたものが多くあります。また、特殊肥料のうちには、家畜・家きんの糞、厩肥、堆肥、汚泥等から作られているものもあります。このように多岐にわたっていますが、製品の価格は高く、また品質及び生産が不安定なものが多い状態です。

化学肥料は、窒素、リン、カリを含む肥料が大勢を占めています。窒素は空気中に78%含む窒素ガスを原料にして、水素を反応させてアンモニアを合成し、これを原料に窒素肥料を生産します。空気中の窒素ガスは直接植物に吸収されないのもそのまま利用できません。ドイツのハーバーとボッシュにより窒素ガスと水素からアンモニアを合成する方法が完成されました。これにより、窒素肥料が安定的に供給され、作物生産が飛躍的にのびる原因になっています。アンモニアを原料としない窒素

肥料には、カーバイトを原料とした石灰窒素があります。リン肥料は、リン鉱石を原料にしています。過リン酸石灰はリン鉱石に硫酸を反応させ、また、熔成リン肥は、リン鉱石に蛇紋岩等熔融剤を加え熔融して作ります。我が国にはリン鉱石がなく、輸入に頼っています。また、リン鉱石は有限ともいわれていますので、利用効率を上げ無駄なく使うことが重要です。カリ肥料は、カリ鉱石から作りますが、これも全量輸入しています。カナダ、ロシア、ドイツなどが主産国です。

窒素肥料の消費とその中の有機の割合

(単位:N千トン)

肥料 年次	硫安	尿素	塩安	石炭 窒素	その他	有機質 肥料	合計	有機質肥料 のNの割合 (%)
大正 1	18.4			0.9	2.9	62.2	84.4	73.7
10	34.1			17.8	2.6	97.4	152.0	63.1
昭和 1	79.9			25.8	9.5	124.8	240.0	52.0
10	162.5			40.2	9.5	94.1	306.3	30.7
20	56.6			14.0	—	20.9	91.5	22.8
32	352.2	94.2	22.7	79.8	8.3	38.1	595.3	6.4
40	256.5	174.3	52.1	55.5	8.2	35.9	699.5	5.1
50	172.2	123.4	33.5	56.8	281.6	25.1	692.6	3.6
60	193.7	116.2	43.7	29.0	297.1	34.8	714.5	4.9

- 注 1. ()内は、硝安+硝酸ソーダ、50年、60年はそれに化成肥料を含む数字
 2. 有機質肥料は生産量である
 3. 肥料年鑑から作成

1.2 肥料の効き方が違う

有機質肥料にも化学肥料にも多種多様な肥料があり、それぞれ特性があります。特性を上手に利用して農作物の生産性を上げながら、さらに品質面や環境に配慮した肥料のやり方が大切です。

有機質肥料とは、魚肥類、骨粉類、草本性植物油かす類等の動植物質の有機物のうち、肥料成分を含むものを原料とした肥料です。窒素、リン、カリ等の他に微量要素も含んでいます。米ぬか、魚かす、堆肥、下水汚泥など、有機物質が主体の肥料で特殊肥料がありますが、公定規格が決められていないため、有機質肥料とされていません。

土壌中では微生物の作用を受けて分解し、窒素やリン酸が有効化してくるために、肥効は緩効性です。濃度障害や塩類障害が現れにくいのも特徴です。また、有機物は土壌微生物の餌となったり、すみかを与えることによる土壌環境の改善も期待されます。土壌の物理的性質の改善や微量要素の供給源であることも効果の一つでしょう。負の効果としては分解生成物が作物に有害なことがある、有効成分の含有率が低く、多量に施す必要がある、供給の不安定さや品質の不均一性がある、このようなため、利用しにくい等の点が指摘されます。

化学肥料は化学的工程を経て無機質原料から作られた肥料です。現在使われている肥料の大部分は化学肥料です。尿素や緩効性肥料などは有機化合物ですが、これも化学的工程でつくられるため化学肥料です。塩化カリウムのように鉱石を掘り出し、粉碎・選鉱等をするだけでほとんど化学的工程を必要としない肥料もありますが、これも無機質肥料を使っているために化学肥

料です。このように、化学肥料は肥料成分が化学的工程によって濃縮して作られているため、作物の栄養分そのものが成分となっています。微生物の作用を受けずそのまま溶出するために有機質肥料に比べればずっと速効的です。

化学肥料の速効性と有機質肥料の緩効性の両特性を上手に利用して、生産性をあげながらさらに品質面や環境にも配慮した施肥法が肝要と思われます。

有機物の種類及び施用方法と施用量

区の 番号	有機物の種類	施用方法	1993年		1994年		1995年		化学肥料窒素 施用量 (kg/a)
			1作	2作	3作	4作	5作	6作	
1	発酵鶏ふん	一定量	150	150	157	167	206	206	—
2		減量	150	90	84	112	90	76	—
3	糞がら牛ふん	一定量	1000	900	—	—	—	—	—
4	堆肥	減量	1000	330	—	—	—	—	—
5	糞がら牛ふん	一定量	500	450	460	368	950	1120	各年とも0.75
6	+化学肥料	減量	500	450	184	147	320	310	0.75~0.3
7	化学肥料(標準)	一定量	—	—	—	—	—	—	各年とも1.50

(北陸農業の新技术 9号・福井県)

2. 有機質肥料と化学肥料との使い方の違い

2.1 特徴を生かした使い方

有機質肥料は肥効が緩効的なことに加え、成分含量が低いため、有機質肥料のみで作物生産を上げるには、かなりの量を施用する必要があります。有機質肥料は供給量にも制限があり価格も高いため、価格の安い化学肥料の役割は大きくなります。

有機質肥料は原料によって様々なものがあります。窒素が多い有機質肥料には植物油かす、肉かす等があり、魚かす、肉骨粉等は窒素とリンの両方が多く含まれています。また、カリが保証されているものもありますが、カリを含む資材は油かす類と家禽ふんに特定されています。有機質肥料の中の肥料成分はそのままの形で植物が吸収するものではありません。いったん土壤中で微生物の働きによって分解(無機化)されることが必要です。この分解に時間がかかりますので効果は緩効的になります。窒素が多い油かす、魚かす等では地温が上がると分解は案外速く、肥効は比較的速く発現します。しかし、堆肥などと違って、リグニン等の分解しにくい成分が少なく、また施用量が限られるので、土壤の物理性を改善する効果等は堆肥ほどに期待できません。

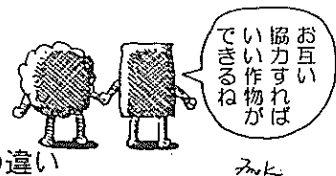
有機質肥料はこのように緩効的な特徴を有することに加え、成分含量が多くありません。したがって、化学肥料に替わって有機質肥料のみで生産を上げるためには、かなりの量を施用する必要があります。供給量にも制限があり、価格も高い状況にあります。生産をあげるためにはどうしても化学肥料に依存することが必要となってきます。

また、有機性の資材には、成分の含量が低く、あるいは変動幅が大きいため規格が決められていなく、特殊肥料に指定されている堆肥、下水汚泥等もあります。これらは発生する量は多いのですが、肥効の発現が不安定、重金属含量など品質的に問題があり普及が限られています。

化学肥料は成分が保証されていることに加え、有害成分などは規制されています。また速効性のものが多いのですが、緩効性の肥料も生産されています。

このように、有機質肥料のそれぞれの特徴を利用しつつ、化学肥料の利用によって生産を確保するような施肥が必要です。

	原料と製法	肥効と成分	価格等
	<p>無機質資材から 化学合成</p>	<p>速い</p> <p>植物の栄養 そのものが成分</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●安い ●安定供給が可能
	<p>有機質資材を 発酵・腐熟化</p>	<p>ゆっくり</p> <p>土の中で 微生物 に分解され養分となる</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●高い ●供給量に限りがある



化学肥料と有機質肥料の違い

みと

2.2 機械施肥の普及と肥料

今、施肥の機械化が進んでいます。機械施肥では、粒状、液状の化学肥料が主に使われています。

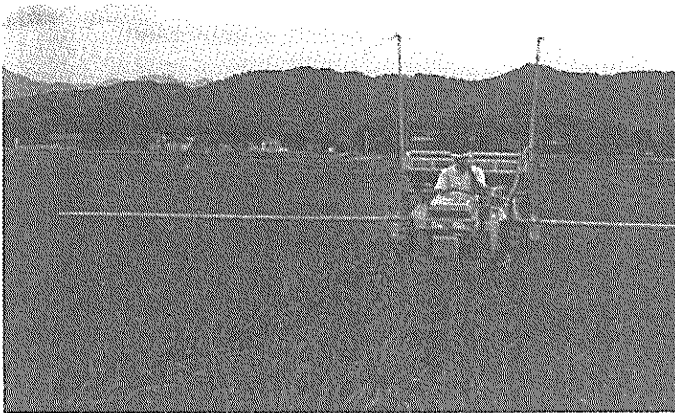
施肥作業の省力化はコスト低減とも関連して重要な問題です。機械化の進展とともに、施肥も機械で行われることが多くなりました。しかし、追肥等は依然として人力に頼っていることが多い状況です。また、作付けが小規模で種類の多い野菜等については機械化が遅れている状況にあります。このような中で、施肥養分の利用率の向上に効果がある側条施肥機や、ブーム式散布機等の開発が注目されます。

側条施肥機は、田植直後の養分の吸収を促進するとともに肥料成分の利用率の向上を意図して開発された、水稻の株際に局所施用する方式です。しかし、このような側条施肥法は肥切れが早い等の問題が生じたことから、基肥として側条と深層の二個所に同時施肥できる、二段施肥機が開発されています。従来の側条施肥機に深層施肥できる機能を付加した機械です。水稻の生育に対応して養分の供給を制御した施肥法であり、これに対応した機械です。この二段施肥法は野菜においても検討されています。

また、最近ブーム散布式の施肥法が開発されつつあります。汎用管理作業機の側面に設置した、一定の幅を持ったブーム式散布装置から、肥料を土壌表面に下に向かって施用する方法です。均一な施肥が可能なことで適用範囲が広がっています。また、水田圃場の大区画化に伴い水田に立ち入らないで作業を可能とするため、大型送風散布機が開発されつつあります。労働負担の軽減化、省力化、安全化に加え、高精度化、高能率化が

ますます必要になってきております。これらを満足させるために、今後は、散布機の無人化、ロボット化、インテリジェント化等、新しい視点からの開発が要請されています。近い将来、農業生産の場への登場も期待できる状況にあります。

定幅散布機による管理作業



2.3 施肥の環境への影響

化学肥料は環境に悪い肥料という人がいますが、それは誤解です。適正な施肥は資源の無駄使いを避ける上からも大切なことです。過剰に施用すれば有機肥料でも同じです。

河川・湖沼の富栄養化や地下水汚染が注目されています。その発生源は様々ですが、農業生産活動から排出される可能性も指摘されています。したがって、肥料や家畜排泄物も無関係とはいえません。水田では、代掻き後、機械移植作業に早く着手するため、代掻き後の落水が早く行われることが多いのですが、このとき、施肥した肥料養分が泥水とともに排水され、地表水の富栄養化を引き起こす一因ともなっています。

畑では、肥料や畜産排泄物に由来する硝酸性窒素が地下水汚染の一因といわれています。硝酸性窒素は土壌に吸着されにくいので、降雨等により下層に浸透し、浸透量が多い時には地下水層にまで移行します。作物が必要とする量以上に多量に施用された場合には、この可能性が多くなると言えます。また、分解の遅い有機物といえども、これを多量に施用すれば同じように、土壌に蓄積した有機物が分解し、生成した硝酸性窒素が下層へ溶脱し地下水の硝酸性窒素の濃度を高める可能性があります。

野菜や茶等は水稻に比較して相対的に作物の吸収量以上に肥料の施用量が多い傾向にあります。下層への浸透は土壌条件や降雨量、灌水量等によって異なりますが、過剰な施肥は環境への負荷を増大させる可能性を常に持っています。基本的には、作物の吸収に見合った量の施肥を行い、施用適期を守ることでこのような環境負荷をさけることができます。緩効性肥料の利

用も効果があることがわかっています。

緩効性肥料の利用で窒素の溶脱を減らせる
(秋作キャベツに対する緩効性肥料の効果)

土壌	処理	球収量 (現物t/10a)	窒素吸収量 (kg/10a)	窒素溶脱量 (kg/10a)	浸透水量 (mm)
黒ボク土	化成肥料	3.4	18.5	12.5	339
	硝抑入肥料	4.3	19.3	11.1	374
	被覆尿素	4.9	20.6	6.7	416
黄色土	化成肥料	3.2	17.7	11.5	405
	硝抑入肥料	3.5	19.6	4.9	371
	被覆尿素	5.1	21.5	2.1	376

(窒素施肥量:いずれも30kg/10a)

(野菜・茶試・土肥、1986)(現場の土づくりQ&A、全農東京支所)

3. 新しい化学肥料

3.1 ゆっくり効く化学肥料の開発

化学肥料は一般的に速効性ですが、肥料の表面を膜でコーティングし有機物のようにゆっくり効く肥料など、機能性をそなえたいろいろな肥料が生産されています。

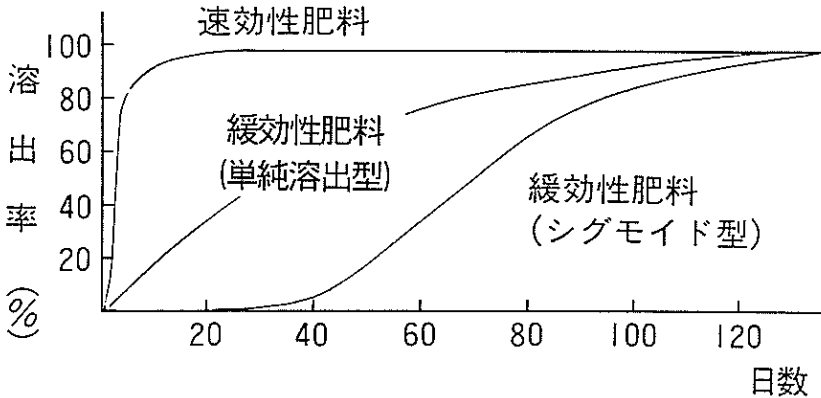
環境に優しい施肥が農業に浸透しつつあります。作物の生育に見合った施肥を行うのも一つの方法ですが、養分の溶出を抑えた肥料も開発されています。化学肥料は速効性ばかりではありません。有機質肥料のようにゆっくり効く化学肥料が作られています。これには、水に溶けにくい化合物にした肥料や、肥料の溶出を抑えるよう、肥料の表面を膜でコーティングした肥料と緩効性窒素肥料があります。

被覆肥料は樹脂や硫黄等で表面を被覆(コーティング)し、土壌中における肥料成分の溶出を調節することで、肥効の持続、緩効化、肥料成分流亡防止などをねらった肥料です。最近、急速に性能が改善され、普及してきました。被覆の種類、厚さ等を変えることによって、溶出時間を変えることのできる多様な肥料が製造されています。適当な被覆肥料と速効性肥料とを組み合わせ使用することによって、環境に負荷のかからない施肥が可能となっています。

この他、水に溶けにくい窒素化合物などを利用した緩効性の肥料もあり、速効性肥料と配合して使われています。

また、土の中でも永もちし環境にも優しい肥料として硝酸化成抑制剤入り肥料も生産されています。アンモニア態窒素、尿素態窒素、タンパク態窒素などは硝酸化成菌の作用を受けて硝

酸態窒素に変化します。硝酸態窒素は土壤に吸着されないので流亡し易く、作物による施肥窒素の利用率を下げることになります。そこでこの硝酸化成を抑え、アンモニア態のまま土壤に存在させるために、硝酸化成抑制剤が開発され、添加された化学肥料が使われています。



緩効性肥料の溶出模式図

被覆緩効性肥料の成分の溶出—披覆によって溶出のはやさ、パターンが変えられる

3.2 施肥技術の革新

ゆっくり効く緩効性肥料を使い、作物の生育にあった、より合理的な施肥ができるようになりました。

緩効性窒素肥料は、作物による窒素利用率の増大に最も効果があります。ゆっくりと溶け出すため、溶脱や流亡による窒素の損失の減少、濃度障害の回避、肥効持続、硝酸化成の抑制等に効果がみられますが、使い方としては、まず、施肥時期や施肥位置の調節があげられます。ゆっくり効くため、作物によっては基肥として施用し、追肥の量を減らしたり、省くことも可能な場合があります。速効性肥料では作物が吸収する時期までに窒素が流亡していて不足するようなことがあっても、緩効性肥料をあらかじめ必要な位置に施用しておくことで、作物への窒素供給を適切に制御することができます。

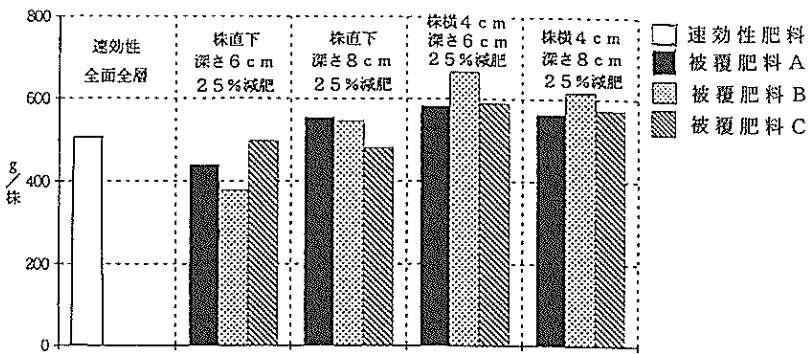
緩効性肥料のうち、被覆肥料はコーティングで成分の溶出を制御した肥料です。溶出時期を多様に制御した肥料が生産されています。これらをうまく組み合わせることで、基肥のみで追肥をしないことも可能となっています。濃度障害がおきないため、水稻の育苗箱に、本田で必要とする肥料を全量入れておき、移植時に苗と一緒に本田に持ち込まれるようにした育苗箱全量基肥施肥法があります。肥料の利用効率が低いことが特徴です。

また、二段施肥法があります。作土の浅い位置と深い位置の二段構えで基肥を施す施肥法で、根の生育に合わせた施肥法です。深い位置に施用した肥料は、根がその位置にくるまで成分が溶出しないことが必要で、緩効性肥料がこれに適しています。

このように、作物の生育に応じた効き方をする肥料が理想的ですが、緩効性肥料はこれに一步近づいた肥料といえます。緩

効性肥料の特徴を生かした環境に優しい施肥法の開発が今行われつつあります。

施肥位置によるレタスの収量



(平成 8 年度関東東海農業研究成果情報 長野県野菜花き試験場成果より作成)

3.3 多様化した化学肥料

化学肥料には窒素、リン酸、カリなどの成分を保証した様々なものが生産されていますが、その他、肥料成分の効き方を特徴とする化学合成緩効性肥料や被覆肥料、硝酸化成抑制剤入り肥料、液状肥料、葉面散布肥料など多種多様な肥料があります。

肥料取締法において、肥料とは、植物の栄養に供するものと土壤に化学的変化をもたらすものの二通りあるとされています。栄養に供するものに関しては、植物の生育に必要な必須元素が主たるもので、その他ナトリウム、ケイ素等も場合によっては挙げられます。土壤に化学的変化をもたらすものでは石灰などが挙げられます。しかし、土壤や灌漑水などの自然環境から供給され、外部から供給しても効果のあまり期待できない成分については、肥料として供給したり、あるいは肥料成分として保証する必要のないものもあります。

そこで肥料が含有しているものとして、保証票に記載できるものを主成分として政令で定められています。このような主成分として、窒素、リン酸、カリ、アルカリ分、ケイ酸、マグネシウム、マンガン及びホウ素の8種類を指定しています。鉄、銅、亜鉛及びモリブデンなどは肥料の効果の発現を促進する材料としての使用が認められています。

このように、主成分を保証した様々な化学肥料が生産されていますが、その他、肥料成分の効き方を特徴とする肥料も多く生産されています。化学合成緩効性肥料や被覆肥料、硝酸化成抑制剤入り肥料、液状肥料、葉面散布肥料がそれです。また、施肥と農薬散布を一回にして、省力化をねらった農薬入り肥料なども生産されるようになっていきます。

最近の傾向として、被覆肥料の生産が伸びています。作物による利用効率が高く、環境保全的肥料として注目されて消費が伸びた結果と思われます。溶出期間を様々に制御した肥料が生産され、現在80種前後の銘柄があります。

肥料の種類

分類	内容	種類
窒素質肥料	硫酸アンモニア、尿素、石灰窒素、副産窒素肥料等	18
リン酸質肥料	過リン酸石灰、よう成リン肥、加工リン酸肥料等	9
カリ質肥料	硫酸カリ、けい酸カリ肥料、塩化カリ等	11
有機質肥料	魚かす粉末、なたね油かす及びその粉末、混合有機質肥料等	37
複合肥料	化成肥料、配合肥料、被覆複合肥料等、	8
石灰質肥料	炭酸カルシウム肥料、生石灰、消石灰等	6
ケイ酸質肥料	鉱さいけい酸質肥料、軽量気泡コンクリート粉末肥料等	3
マンガン質肥料	硫酸マンガン、鉱さいマンガン肥料等	5
ホウ素質肥料	ほう酸塩肥料、よう成ほう素肥料	2
微量要素複合肥料	よう成微量要素複合肥料等	3
指定配合肥料	指定配合肥料	1
特殊肥料	魚かす、くん炭肥料、家畜及び家きんのふん、おでい肥料等	54

(ポケット肥料要覧：1997より作成)

4. 耕地への有機物施用は欠かせない

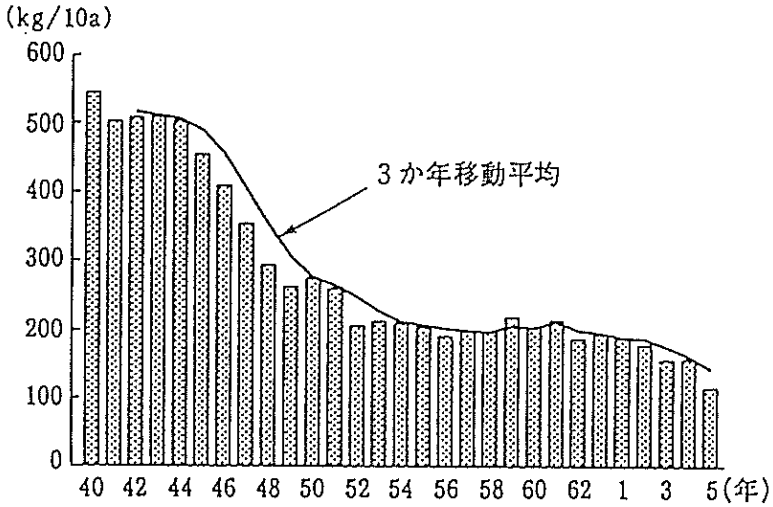
4.1 地力の維持と有機物施用

土壤の生産力を維持・増進するための適正な有機物の施用は大切なことです。

農林水産省の土壤保全調査事業で、我が国の耕地における有機物水準の推移が明らかにされています。この中で、最近、水田土壌中の有機物水準が低下しているとともに、水田への堆きゅう肥の施用が落ちてきたことが示されました。農業労働力の高齢化等による堆肥の生産・施用の低下によることや、耕種と畜産の分離などが一因と考えられます。

80年間に有機物を与えずに作物を生産した場合、推移50年以降は肥料の施用を試みたにもかかわらず収量が低下し始め、以降も緩慢に低下し続けた事例がドイツでありました。有機物には、土壤の団粒構造を維持・増大して、通気性を良くし、同時に有効水分の保持に効果があることが認められています。また、土壤微生物の活性を維持・増進して、このことが地力の維持に関係しているともいわれています。さらに、土壤に多様な養分を供給する有効な資源として認められています。このように、土壤の作物生産力の維持・増進に大きくかかわっているのが有機物です。

有機物は栄養分の少ないもの、分解性の劣るもの等、多種・多様です。土壤生産力の維持・増進にマイナスに働くものもあります。さらに、不適正な量の施用が生産力を低下させることもあります。有機物であればすべて良しというものではありません。その土壤の生産力を維持・増進するための適正な有機物を施用し、同時に効果が発揮されるような土壤管理が当然必要となります。



堆きゅう肥の施用量(稲作)の推移

資料: 米生産費調査(農林水産省統計情報部)

(早川、農業及び園芸、73, 1998)

4.2 有機物の種類と効果

有機物の効果は、有機物からの養分の供給と土壌の物理性の改善の二つの効果があります。

有機物の効果は大別して、有機物からの養分の供給による土壌の化学性増大と土壌の物理性改善の二つに分けられます。例えば、堆肥は平均して窒素0.5%、リン酸0.25%、カリ0.5%を含み、施用することによって養分の直接的な補給になります。堆肥、厩肥、わら等の有機物の施用によって土壌は団粒構造が発達して、保水性、通気性が良くなり、土壌環境を作物の生育にとって好適な状態にします。また、有機物は微生物のエネルギー源になり、生育を盛んにします。この微生物の働きで団粒化が促進されます。

これらの効果は施用有機物の種類によって異なります。余剰汚泥や鶏ふんのような有機物は施用初年目から、生育の早い時期に分解が終わるものもあります。このようなものは肥料的効果は大きいのですが、土壌中に有機物として蓄積する量が少なく、また、物理性改善効果も小さいといえます。一方、堆肥は鶏糞に比べれば養分としての効き方は遅いのですが、土壌中に蓄積し易く、土壌の肥沃度を維持する、あるいは高める有機物といえます。

稲わら堆肥のような有機物は、連用によって放出される窒素量が次第に上昇し、年次の経過とともに窒素が過剰になってきます。連用年数が増すと堆肥の適量が低下することになりますが、有機物の適量やこれと組み合わせる化学肥料の適量は、有機物の分解特性や、連用年数を考慮に入れて決定することが必要です。このように、有機物には肥料的効果が期待できますが、

施用によっては養分供給量が過多になる危険性があります。適切に利用することが肝要なことはいうまでもありません。

有機物の種類別の施用効果

	有機物例	施用効果			初年目の 分解速度	連用による N吸収増加
		肥料的	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	初めマイ ナス 後 中	大	中	C速やか	中
	未熟堆肥	初め 小 後 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

(農耕地における有機物施用技術：農林水産省農業研究センター)から作成
C:炭素の分解

4.3 水田と畑との違い

日本には水田と畑の両方があります。利用形態はまったく違ってはいますが、有機物の効果は基本的には同じです。

水田は稲単作であるのに対して、畑ではダイズ、麦等の作物が栽培されます。畑で栽培される作物に野菜を加えるとその種類は大きく膨らみます。水田は稲単作ではありますが品種や土壌の肥沃度、使用する有機物の種類等で施用量には幅が出てきます。また、湿田と乾田のような水田の乾湿によって幅が出る場合もあります。堆肥の例では、乾田で1 t/10a、半湿田で0.5 t/10a、湿田では施用しない場合もあります。水田の場合、堆肥の施用量が少なくなっていますが、それにかわりコンバイン排出時のわらが施用されることが多くなったといわれています。

有機物の分解には酸素が必要なため、施用した有機物の消耗は水田より畑で速く、耕地の有機物量を維持するために畑では水田より有機物施用量を増やす必要があります。また、気温の高い地方では低い地方より土壌有機物の分解が速く、それに応じて堆肥などの施用を増やさなければ地力は低下します。しかし、畑作ではこの必要とされる有機物を地域内で自給することは困難な状況にあります。耕種と畜産の連携の下に安定的な供給を図るなど、供給面での対策が要請されています。

一般に有機物は地力増強や養分供給を目的に施用されますが、これらは連用することで蓄積効果が出てきます。これは有機物の種類によって大きく異なりますので、このことに十分注意を払って施用することが肝要です。また、その土壌の肥沃度水準や、連用したことによる肥沃度の変化等を考慮して施用基準をたてることがきわめて重要です。

関東東海地域都県における有機物施用基準

t/10a

作物	堆肥類 (C/N)	わら類		生ふん			乾燥ふん			ふん堆肥 (おがくず入り)			汚泥		バイオ堆肥
		稲	麦	牛	豚	鶏	牛	豚	鶏	牛	豚	鶏	生	化堆肥	
水稲	0.5 S	0.1 S	-	1.0 S	0.8 S	0.8	0.3 S	0.2 S	0.1 S	1.0 S	0.5 S	0.5 S	0.6 S	0.4 S	-
	2.0	0.7		2.5	1.5		2.0	1.5	0.2	2.5	1.5	1.0	1.2	0.7	
一般畑作物	0.3 S	0.5 S	0.3 S	2.0 S	0.1 S	0.8	0.1 S	0.1 S	0.1 S	1.5 S	0.5 S	0.2 S	1.0 S	0.6 S	1.0 S
	0.4	1.0	0.5	3.0	2.0		2.0	1.0	0.5	4.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
野菜	0.5 S	0.5~1.5		2.0 S	0.3 S	0.4 S	0.3 S	0.2 S	0.1 S	1.0 S	1.0 S	1.0 S	0.8 S	0.5 S	1.0 S
	5.0			6.0	4.0	1.5	3.0	2.0	1.0	5.0	4.0	4.0	2.0	1.2	3.0

(農耕地における有機物施用技術:農林水産省農業研究センター)から作成

第IV章

21世紀の日本と世界

1. 20世紀末の日本

1.1 「飽食時代」の終り

日本人の食料自給率(カロリー)が50%近くまで下がったのは、昭和60年代初めの頃です。経済成長が続いて食生活が豊かになり、世界中からあらゆる食料が輸入されるようになりました。しかし、この飽食の時代も終りに近付いたようです。

世界各国から大量の食料が日本に輸入され、私達は日本の歴史上初めての「飽食の時代」を楽しんでいます。多様化し多彩になった日本人の食生活は、この大量の輸入の上に成り立っているわけです。日本の食卓が外国の農業や漁業に支えられるようになった結果、食料の自給率はカロリー計算で42%にまで下がってしまいました。主要な先進国が国内生産を増やして自給率を高めている中で、日本だけが年々自給率を低めてきました。小麦、大豆や飼料用の穀物は、20年以上も前から大きな部分を輸入に依存していましたが、最近では、生鮮野菜まで輸入への依存を強めています。

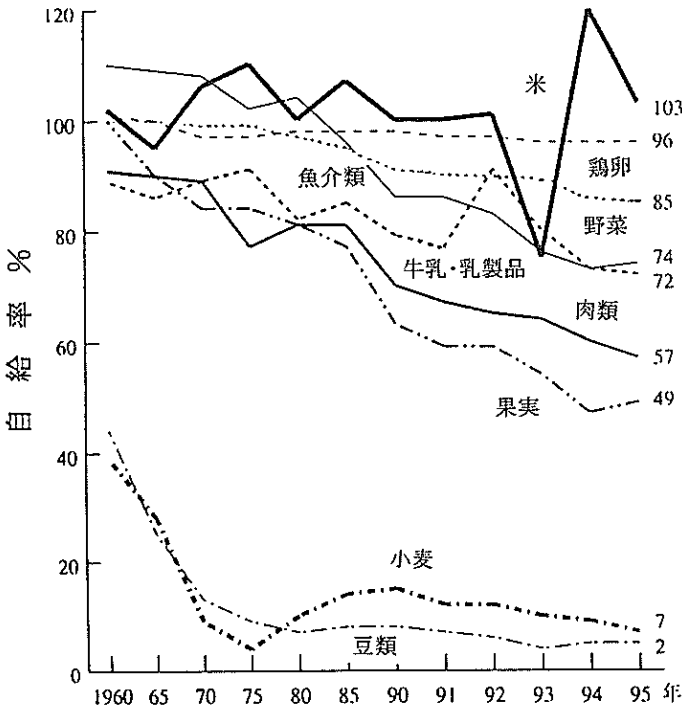
日本人が飽食を楽しめるのは、わが国に経済力があり、国際的な食料需給が安定しているからです。最近、世界の食料需給の状況が変化をみせ、日本人の飽食の土台が揺らぎ始めています。

世界の人口の2割を占める中国は、いま急速な経済発展を遂げています。穀物輸出国だった中国が、食料輸入国に変わりつつあります。毎年10%の経済成長を続ける中国では、食の高級化は驚くべき速さで進んでおり、飼料用穀物の消費が急増しています。一方、農村から都会への労働力の移動、その結果の農業生産の低下が進行しています。工業化を進めているアジア諸

国でも、同じ様に食料生産は消費をまかなえなくなりつつあります。

日本が食料供給地として頼りにしてきたアジア諸国は、消費が増えて自給できなくなり、食料輸入国として、日本と競い始めているわけです。世界的に食料供給が制約されてくる将来、食料の国際価格は上がるでしょう。食料は戦略物資になりつつあります。日本が今の経済力を維持できるとしても、わが国の飽食の時代は間もなく終りを迎えることになるでしょう。

肉類、果実、魚介類などの輸入が急増している



農林水産省資料から

1.2 日本農業の現状

日本農業が危機的な状況にあります。食料品の輸入増加、農業従事者の高齢化、後継者不足、農山村の過疎化など農業分野の努力だけでは解決しない多くの難問を抱えています。

昭和59年をピークにわが国の農業総生産額は減り始めました。野菜や果実など、そのあと少し増えたものもありますが、日本の農業生産は低下の一途をたどり、輸入への依存度が増えています。

温暖な自然に恵まれた日本は、農業に適した国ですが、経済の高度成長が続いて、若い労働力は農業から工業へ、3次産業へと移動していきました。農業に従事している男子の平均年齢は60歳を越えており、日本の農業は高齢者によって支えられています。

昭和35年に600万ヘクタールあったわが国の耕地面積は、500万ヘクタールを割ってしまいました。東北地域の農地面積に相当する分がなくなったことになります。農村には、何も作らず放棄された農地が目立ちます。そして今、日本は外国の農地1200万ヘクタール分の農産物を輸入しています。

なぜ日本の農業はこんなに弱体化したのでしょうか？ 農業と他の産業との所得差が大きくなり、農業は魅力のない仕事になってしまったからです。自由化が進んで、外国の安い食料が大量に輸入されるようになり、内外の価格差は大きくなりました。土地の値段が高く、一戸当たり農地面積が小さく、労賃の高い日本の農産物は、生産コストだけで勝負する限り、輸出用に大量生産する外国の農産物に勝てるはずはありません。しかし、値段が安いからといって、自分たちの食べ物を、外国に依

存し続けて良いものでしょうか。

わが国も農業生産の規模拡大や効率化につとめ、生産コストの低下をはからねばなりません。しかし、私たちの生命を支える食料生産については、経済性だけでなく、国民の安全保障や国土環境の保全などを含め総合的に考えるべきではないでしょうか。



日本農業の抱える問題

2. 世界の食糧を脅かす要因

2.1 人口増加と経済成長

世界の穀物需要は、人口増加と豊かさの増大との両方によって増えています。家畜などの飼料に使われる穀物は、全消費量の3分の1を超えています。

世界の穀物需要が増大しています。発展途上国の人口増加と経済成長によるものです。人口の増加以上に、所得の向上による畜産物の需要増加は、穀物の消費量を増やします。

国連は今年の2月、世界人口の長期予測を発表しました。それによると、現在の人口は59億人。今世紀の初めには16億人でしたから、100年で4倍にふえることになります。

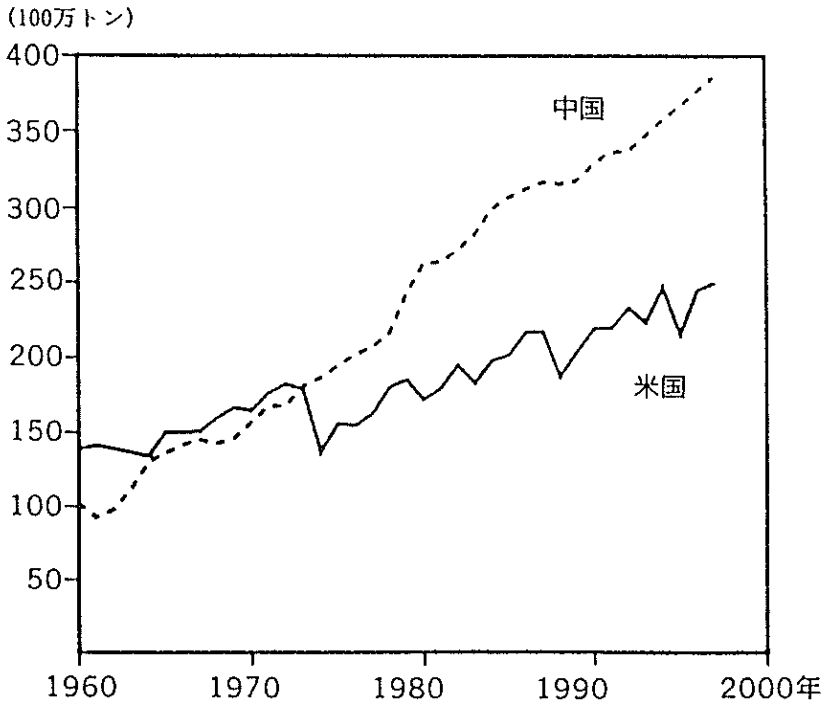
世界の人口が100億を超えるのは、22世紀と予測されていますが、2050年には中国、インドがともに15億人に達するとみられています。増加率は低下していますが、世界の人口はいま年間8000万人もの割合で増加し続けており、その大部分が開発途上地域です。この増加分の人口のために、毎年2600万トンの穀物を供給しなければなりません。

途上国の人達が豊かになることによる食料消費への影響は、人口増加の影響ほど単純ではありません。所得が増えてくると、穀物中心の食事に畜産物が加わってきます。家畜の飼育のための穀物の需要が増えてくるわけです。所得水準や食習慣などによって、1人当たりの穀物消費量は変わってきます。世界の人口1人当たり肉消費量は、1950年の17キロから1995年の33キロまで2倍近い伸びを示していますが、これは主としてアジアが豊かになったことによるものです。アジアのビール消費量の増

加も注目されています。中国のビール消費量はドイツを追い越し、アメリカと並ぶ水準に達しています。

1995年に世界中で畜産や養魚に使われた穀物の量は、6億4000万トンでした。これは穀物全消費量の37%を占めます。開発途上国の経済成長が続けば、これからも1人当たりの穀物消費は増え続けることになるでしょう。

米国と中国の穀物消費量(1960-97年)



出所:地球白書 1998, (ダイヤモンド社)

2.2 世界の耕地はもう増えない

今後、世界の耕地面積は増えそうにありません。新しい耕地を開発するための経費は、次第に大きくなります。耕地開発と環境保全との摩擦もふえてくるに違いありません。

食料を生産するためには耕地が必要です。1万年にもおよぶ農業の歴史の中で、20世紀の半ばまで世界の耕地面積は、人口の増加とほぼ同じペースで増えてきました。しかし、その後は爆発的な人口増加に追いつかず、単位面積当たりの収穫量を上げることで食料をまかなってきました。

人口急増に対応して農業に使える土地を拡大するために、様々な技術が開発されてきました。「耕して天に到る」といわれた棚田や段段畑の造成、灌漑、湿地の排水、さらに干拓などです。1950年からの30年間に、世界の耕地面積は24%増えましたが、その後、耕地の拡大速度は急激に落ちました。

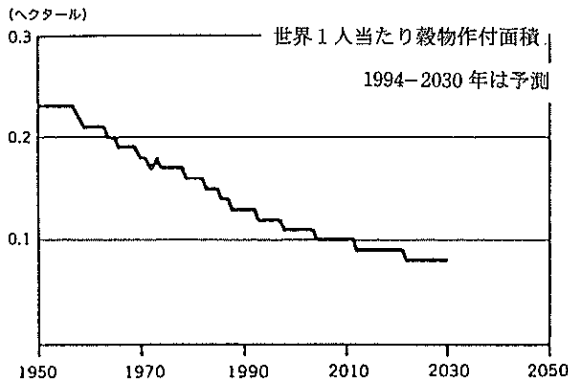
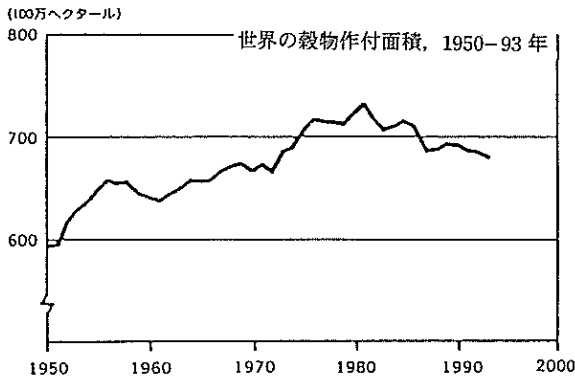
土壌の浸食、塩類集積などによる土地生産力の低下、作付けの放棄、住宅・工場・道路への転用などによる耕地の減少は、新しい耕地の増加を上回っています。第二次世界大戦の後、旧ソ連、アメリカ、中国などで大規模な耕地の造成が行われましたが、生態学的に脆く不安定な限界条件の土地が多かったため、開墾された耕地は土壌浸食や水不足で使えなくなり、結局、長続きしませんでした。

耕地が過重な生産を強いられている地域では、生産力が低下しています。地下水の枯渇や、都市用水や工業用水との競合による水不足で、灌漑が制約される地域が増えています。また、所得の向上による食生活の多様化に対応するため、穀物の生産をやめて、食用油用の作物、野菜、果物など、もうかる作物へ

転換する耕地も増えています。

食料の需要が増大しているのに、耕地不足は深刻になりつつあります。将来、食料の価格が上がれば、コストをかけても新しい耕地開発が進むに違いありません。しかし、そのコストは、当然、生産される食料の価格に転嫁されます。農林水産省は、生産上の制約がふえてきた場合、2010年には穀物の国際価格は今の2倍になる、と予測しています。

世界の耕地面積はもう増えない



L.R. ブラウン著「飢饉の世紀」(ダイヤモンド社, 1995年)

2.3 異常気象が増えている

昨年夏からのエルニーニョ現象は、今世紀最大規模だといわれます。昨年のインドネシアの異常乾燥、山火事は、その影響でした。世界中で異常気象が頻発しています。

地球の温暖化は農業生産に直接影響しますが、科学者が最も心配しているのは、温暖化による世界の気象の不安定化です。

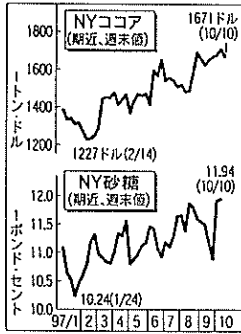
昨年12月から今年の2月までの日本は、記録的な暖冬になりました。気象庁ではエルニーニョの影響と見ているようです。西日本では、この期間中の平均気温が、多くの都市で過去最高になりました。過去の経験から、大暖冬の後には不順な夏になることが多いといわれ、「景気」への影響も含めて心配されています。ここ数十年、世界中で猛暑、干ばつ、低温、洪水など異常気象が頻繁に起こっています。

地球の平均気温は上昇傾向をたどっています。1866年に気温の記録が始まって以来もっとも暑かった3年は、すべて1990年以降に記録されています。このまま気温が上がり続けると、2100年には今より0.8～3.5度上昇すると予想されています。最も低い値でも、人類文明が経験したことのない速さでの気温上昇で、きわめて大きな影響を受けることになるでしょう。最後の氷河期の平均気温でさえ、現在より3～5度低かったに過ぎないのですから。

科学者達は、気温の上昇そのものではなく、気温の上昇によって、大気と海洋とによる気候調節システムが狂うことを心配しています。温暖化は降水量と蒸発量の両方を増加させますが、どちらが大きくなるかは、地域によって違ってきます。最近の世界的な異常気象は、地球温暖化が原因だといえそうです。

エルニーニョ

南米の海氷が上昇するエルニーニョ現象が、食料の国際市場の波瀾要因になってきた。干ばつや海水塩の増加でオーストラリア産牛肉や米国のラスカ州産サケの供給量が減少。現地価格が上昇し、国内の価格にも跳ね返っている。先物市場では減産を懸念した思惑がロビーやココア、砂糖の値上がりが見えつつ。市場は世界の穀物供給基地、米国への影響を警戒している。



食品国際市場に波及

牛肉とサケ 価格が上昇

コーヒー・砂糖先物も

影響が既に供給面に表れているのが牛肉と紅サケ。オーストラリア産牛肉は干ばつによる牧草不足で飼料の値上がりや予想した牛肉生産量が飼育頭数を削減。牧草が伸びなければ、牛肉の供給が減少する。オーストラリア産牛肉は干ばつによる牧草不足で飼料の値上がりや予想した牛肉生産量が飼育頭数を削減。牧草が伸びなければ、牛肉の供給が減少する。

97. 10. 11 (日経)

エルニーニョによる干ばつ コレラ 280人以上死亡

インドネシア 煙害、救援に支障も

「ジャカルタ4日追加 谷和樹」インドネシアでエルニーニョ現象の影響をまともに受けている。東部のスマタラ州では水不足が続き、牛の飼料不足が深刻化している。スマタラ州では水不足が続き、牛の飼料不足が深刻化している。スマタラ州では水不足が続き、牛の飼料不足が深刻化している。

インドネシア 煙害、救援に支障も
スマタラ州では水不足が続き、牛の飼料不足が深刻化している。スマタラ州では水不足が続き、牛の飼料不足が深刻化している。スマタラ州では水不足が続き、牛の飼料不足が深刻化している。

97. 10. 4 (読売)

2.4 不足する水資源

年間の雨量が多く、水田という地下水涵養システムを持っている日本では、水資源への関心は高くありません。しかし、世界各地で農業用水の制約が、食料生産を低下させています。

地球は水の惑星だといわれます。地球上には1兆トンの1000万倍もの水がありますが、その97%は海水で、水資源としては使えません。淡水は3%に過ぎませんが、そのおよそ8割は氷、2割が地下水だといわれています。私達が最も使いやすい川の水は、地球上の淡水の0.004%。こんな僅かな水で私達は生きていけるのは、川の水が、10日か15日位で循環しているからです。

20世紀半ばから1990年までの間に、穀物収穫量を3倍に増大させたものの一つは、灌漑面積の伸びでした。灌漑によって化学肥料の使用量を増やすことができ、食料生産は大きく増加しました。

20世紀の半ば以降、世界の水使用量は3倍に増えました。そして、世界各地で河川が海に到達する前に干上がったたり、地下水の過剰な汲み上げで、地下水位の低下が起きたりしています。地下水や河川を水源とする水消費の70%は灌漑用ですから、生活用水や産業用水の需要増加は、農業用水の転用によってしか満たされません。そのため、水を巡って農村と都市の競合が起こっています。20世紀には、石油資源を巡って戦争が起こりましたが、21世紀には、水資源をめぐる政治的、社会的争いがふえるかも知れません。

中国の黄河が下流で干上がった最初の年は1972年でした。最近黄河は毎年干上がるようになり、その期間は長くなっています。中国では、地下水の枯渇から灌漑面積が縮小し、食料生

産に大きな影響が出はじめていますし、インドでは、地下水の無計画、無分別な汲み上げが、灌漑農業の持続性を危うくしているといわれています。

水は、海と大気と陸地の間を地球規模で循環する「再生可能」な資源ですが、降水量の分布はきわめて不均一で、しかも、降った雨はごく僅かしか利用されていません。地球の温暖化は、降水量をこれまで以上に不安定にすることになるでしょう。

世界の人口増加と経済発展が続けば、水の需要は増え続けます。水の効率的な利用について、技術開発が進むでしょうが、水不足は、世界の食料生産を制約する大きな要因になるでしょう。

世界の淡水取水量とその用途

地 域	1人当り 水資源量 (t/年/人)	1人当り 取水量 (t/年/人)	水資源 利用率 (%)	部門別用途割合(%)		
				生活	工業	農業
世 界	7,690	660	9	8	23	69
アフリカ	6,460	244	4	7	5	88
北・中米	16,260	1,692	10	9	42	49
南 米	36,960	476	1	18	23	59
ア ジ ア	3,370	526	16	6	8	86
欧 州	4,660	726	15	13	54	33
日 本	4,430	735	17	18	17	65
米 国	9,940	2,162	22	12	46	42
イギリス	2,110	507	24	20	77	3
旧西ドイツ	1,300	668	51	10	70	20

出所:世界資源研究所「世界の資源と環境」(1992, ダイヤモンド社)

2.5 新しい農業技術への期待

食料の増産を阻む問題が増えている中で、穀物収量を画期的にふやす新技術が期待されています。科学・技術の進歩は、この期待に応えてくれるでしょうか。

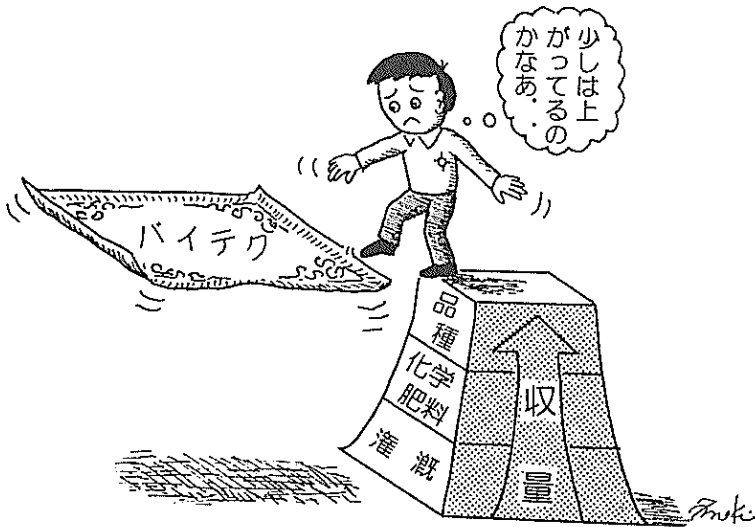
食料の生産量を増やすには、栽培面積を増やすか単位面積当たりの収穫量を増やすか、この二つの方法しかありません。世界の耕地拡大に限界が見えてきた今、残された道は、限られた耕地の生産性を高めて、面積当たりの収量を上げることです。

単位面積当たりの収量を着実に高めた世界で最初の例は、日本の稲作技術でした。明治初期からのわが国の稲作技術開発と普及の実績は、世界に誇ることでできる画期的なものでした。西欧諸国の「単収の離陸」は、その半世紀も後、20世紀後半のことです。

20世紀の半ばからの数十年間に、多くの国で耕地面積当たりの収量は 2～3 倍に増えました。この増収を支えたのは、灌漑、化学肥料、品種、の基本的な要素の組合わせでした。1990年代になると、増収に効果のあるこれらの技術の投入が停滞しはじめます。今後、20世紀に挙げたような増収の実績をあげるのは難しいでしょう。増収技術は使い尽くされ、与えられた自然条件のもとで容易に達成できる水準には、既に達してしまっているからです。そして一方、土壌の浸食、地下水など水資源の制約、異常気象など生産の環境は悪化しています。

食料問題を解決してくれるかも知れない、とバイオテクへの期待が高まっています。バイオテクは技術開発に欠かせない手法になっていますが、収量を飛躍的に向上させるような技術は、まだ生み出されていません。作物の持つ可能性を十分に引き出し

ていない国もありますが、すでに高い収量水準を達成した国では、残された新しい技術は少なくなっています。



魔法のじゅうたん？

3. 21世紀は農業の世紀

3.1 消費型社会から循環型社会へ

世界の人口増加や経済成長は、既に限界を超えたのではないかと懸念されています。資源や環境の面から、地球の限界が見えてきました。社会を持続性のあるものに変えて行かねばなりません。

地球の資源は無限で、地球の環境は限りない復元力を持っている、と私達は錯覚していたのです。地球上の人間活動は、すでに地球の復元力の限界を超えてしまったのかも知れません。

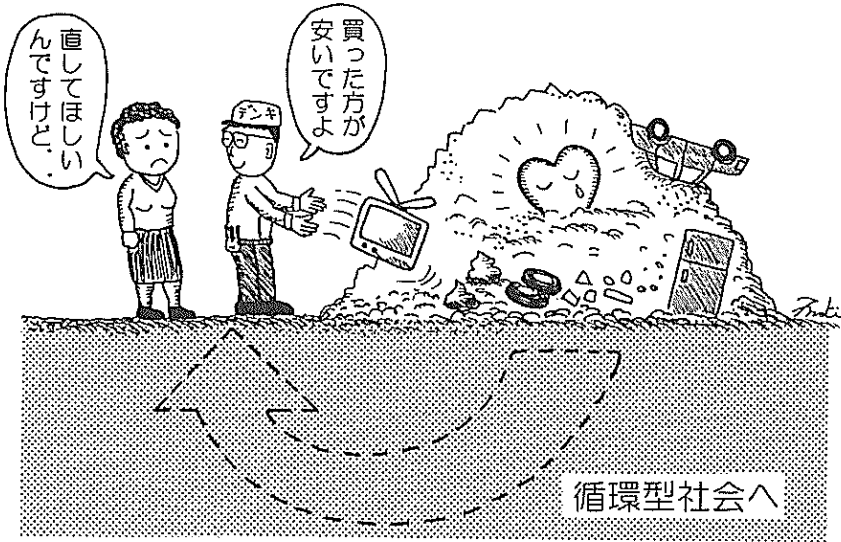
開発途上国の人口増加と経済成長が続き、先進国の人達が、現在のような豊かな消費生活を続けていけば、人類は近い将来、資源、環境の両面で、不幸な終局を迎えることになりかねません。破滅を避けるために消費にブレーキをかけ、社会のシステムを消費型から循環型に変えていくしかありません。世界中で循環型社会、持続性のある社会への転換が始まっています。転換を急がないと、間に合わないかも知れません。

経済の高度成長をとげた日本は、1980年代、世界経済のトップランナーになりました。そして、アメリカ製の消費主義、使い捨て文化を、豊かさの象徴として受け入れました。街には物があふれ、私達は日本の歴史で初めての豊かさを楽しんでいます。しかし、物の豊かさと引換えに、心の豊かさが失われてしまったことに、多くの方は気づき始めています。

資源問題、環境問題などの大きな制約の中で迎える次の世紀、化石燃料の消費は減り、再生可能な自然エネルギー、有機物資源への依存度は大きくなります。食料に限らず、工業の原料生

産も農業に期待されるようになるでしょう。リサイクルも進むでしょう。有機物の最終的な循環の場所は「土」です。21世紀の循環型社会では、農業には新しい役割が加わり、農業の位置付けは大きく変わってくるに違いありません。

消費型社会



3.2 日本農業の復権を

日本は農業に適している国です。必要最低限の食料を生産するために、そして国土や環境を守るために、21世紀には日本農業を復権させなければなりません。

農業が衰え、食料を外国に依存するようになった国が、いずれ衰退して行くことは、世界の歴史が示しています。人類の歴史について、「文明人は地球の表面をわたって進み、その後に荒野を残した」といわれていますが、これは、畑作農業を持続させる難しさを表現しています。しかし、日本の水田農業は持続できる実績を示しています。

日本の人口1億2500万人を、国内の農業と漁業だけで養っていくのは不可能です。不安定な食料輸入への依存は避けられません。しかし今後、私達は国土を荒らさずに必要最低限の食料を生産して行かねばなりません。

日本では雨が多く山頂から海までの距離が短いにもかかわらず、森や水田のおかげで、土壌浸食はあまり問題になっていません。森が水を蓄え水田が流れを弱めて、降った雨が一時に川に流れ込むのを防いでくれるからです。雨水は地下水に水を補給しながら、ゆっくりと海に達します。川の上流の山村に人が住み、農業が営まれていれば、森林の手入れや耕地の管理を通して、山崩れなどを防ぐこともできます。

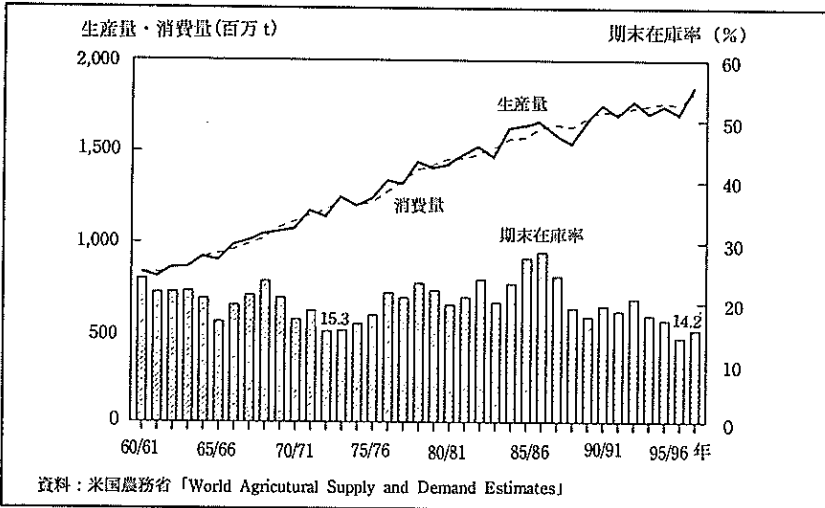
気候が温暖多雨で森林に恵まれた日本は、世界でも農業に適した国の一つです。ただ、平坦な土地が少なく、人口密度が高いため、零細な規模での集約的な農業が行われてきました。それでも、勤勉な日本人は、昔から手間をいとわず知恵を絞って、単位面積当たり収量の高い農業技術を作り上げてきました。日

本の稲作は、世界最高の農業システムです。

食料はすでに輸出国の外交戦略物資になっています。国民の大多数は、安全な食料の安定した供給を望んでいるのですから、最低限の食料自給について、国民の理解は得られるに違いありません。そして、国土の土地利用の考え方を整理し、食料の安全保障のために確保すべ耕地を明確にすべきでしょう。

農業を若い人に魅力あるものに変えて行かねばなりません。新しい技術の開発も重要ですし、意欲のある人に道を開く政策も必要でしょう。基本的には、経済性、効率、というこれまでの価値基準を見直すことから、始めねばならないのかも知れません。

世界の穀物需給と在庫率の推移



F A Oの安全在庫水準

穀物全体	17～18%
小麦	25～26%
粗粒穀物（飼料穀物等）	15%
米（精米）	14～15%

出所：全中 FACTS BOOK 1998



有機農業と化学肥料

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
- 古賀野 完 爾
農林水産省 農業環境技術研究所 資材動態部 肥料動態科長
- 藤 原 俊六郎 農学博士
神奈川県農業技術課 専門技術員(土壌肥料) 課長代理
- 村 上 敏 文 農学博士
長野県中信農業試験場 農林水産省指定試験地主任

平成10年6月 初版発行

平成16年2月 第2版発行

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

