新技術「病虫害の生理的防除」の理論と実際

――高品質高収量無農薬低コストのために――

続 木 善 夫

はじめに

農業の目的は、安全で健康な食糧の安定生産にあると言われている。

20世紀の推移を見ると、急速に膨張する人口増加に対しては、化学肥料の大量生産とたゆまない農薬の開発生産で、見事に対応し切ったと言うほかはない。しかし一方、自然の法則を踏みにじるような生産技術の開発は、食べ物の質の低下と、化学物質による水や土壌の汚染、さらに間接的には農業の生産エネルギーの収支バランスを崩し、炭酸ガスの増加をも助ける結果となっている。

前世紀半ばから現在に至るまでの生産技術の中心は、化学肥料と農薬である。化学肥料と農薬は、正しく使うとこれほど良いものはない。収量が増え、品質は向上し、土壌の有効微生物も増殖する。濃度障害もでない。

ところが間違って使うと弊害がでる。使いすぎると地力を消耗し、有効微生物が減り病原菌が増える。たいていの人は、生産力が落ちると根の吸収力が落ちたとは考えず、肥料が足りないと思って施肥量を増やす。見かけ上の生産は回復しても、品質は悪くなり、病気や害虫が増え始める。また、根から過剰に吸収された硝酸態チッソが人間や家畜の健康を害するなど。

この悪循環、即ち化学肥料への過信と過用→地力減退→病虫害の発生多発→農薬散布→人体と環境への汚染、収量品質の低下というパターンは、コペルニクス的発想で転換をしない限り、農家は生産原価の高騰と地力及び収量品質の低下に悩まされ、いずれ経営が破綻する結果を招くことになる。

これを地球的規模で見ると、農地の汚染と、毎年600万ha以上の農牧地の砂漠化が増え続けると言う現実となって現れている。

ここで質的に問題になるのは農薬による環境汚染と生命への影響である。古くはレイチェル・カースンの『沈黙の春』に代表されるような農薬汚染はとどまるところを知らない。人間に対する毒性については、マウスのような寿命の短い小動物で試験をし、毒性が見られなければ安全な農薬として市販される。これらの農薬で、10年以上も経ってから人体に毒性が現れ、販売禁止になり、市場から人知れず抹殺された農薬は枚挙にいとまがない。最近で

は、環境ホルモンと言われる合成化学物質は超微量で人体に影響するが、安全といわれて販売されている農薬のなかにも、土中や植物体内で環境ホルモンのような毒性物質に変化するものが無数にあると考えられている。つまり、ほとんどすべての食べ物と農地の農薬汚染が増え続けている現状では、農薬を使わず人類に食糧を安定供給できる技術の開発と普及が、地球温暖化と並ぶ21世紀の大きな課題の一つといってよいであろう。

ところで上記のコペルニクス的発想の転換とはなにか。

現在世界の農業界を支配しているのは、「無農薬で人類に必要な食糧を確保することはできない」「人為的に病虫害から保護することなしに栽培することは不可能」という考えである。そしてこの言葉は日本を代表し尊敬に値する著名な植物病理学者、大学教授の言である。このペシミズム的な考えは、植物が持っている防御機構を部分的には認めながらも、植物本来の防御能力や治癒能力を認めていないところからきている。ここからは、病虫害即農薬という両者が直結した発想しか生まれてこないし、それから生まれた技術は前述のように病虫害問題をより一層深刻にし、永久に解決できないものである。

害虫に対しても同じことが言える。なぜ害虫が増殖して虫害を起こすのか、昆虫はなにを食べ、なにをエネルギー源として繁殖するのか？　この問題を追求せず、「農薬なしには、害虫は防げない」ペシミズム的な思考が害虫即殺虫剤という単純に直結した結論を生みだし、その技術が全世界の農業に定着してしまった。現状では農薬の種類と量の増加はとどまるところを知らず増え続け、どの農薬でも防げない農薬抵抗性を持つエリート害虫も輩出している。

植物には病害に対して防御機構を高め、更に自らを病気から治す治癒力もある。農薬を使いながらも防御できず、病虫害のために放棄された多くの永年作物の農園が、生育環境を整え、治癒力を強化して、病害から回復した実例を私は数多く知っている。害虫に対しても、そのエサは汁液中の遊離アミノ酸であることが証明され、それを人為的に減らして害虫を駆除できた事例や体験も数え切れないほど多くある。

1983年、病虫害のない自然の原野や農場の観察と、病虫害のため放棄され

た数多くの農園を救った体験から、一つの結論を得た。「病害や虫害の発生は原因ではない、結果である。被害の原因は新陳代謝の狂い→防御力治癒力の減退」である。これをもとに、「病虫害の生理的防除」の理論と技術体系を組み立て、ブラジルの各地の疲れきった耕作地で多くの作物に応用し、その反応を観察した。その結果、土は生き返って収量と品質は向上し、病虫害がほとんど発生しないことを再現、確認することができた。

この再現性のチェック方式は、横糸として100軒の農家が実施して80軒以上が明らかにその効果を認めた場合は有効、また縦糸として3年以上同じ結果が出た場合も有効としたもので、試験場などで行われる従来の試験方法に固執する研究者には否定されそうな一面もあるが、その再現性はきわめて高いものと確信している。

この経験をまとめて、何とか高品質と生産性の向上、生産コストの減少、農薬問題の解決などに役立つよう、一冊の本にしようと思い立って数年になるが、まだ自分が納得できるものにはならず、ものを書くことの難しさを痛感している。71歳になった現在では年齢的なあせりもあり、いずれより良い改訂版を出すことを誓って、不充分な本書を刊行することにした。

2001年1月25日

続木　善夫

目次

序章　病虫害の「生理的防除」誕生まで
―農薬信奉から無農薬への道

(1) 農薬商売との決別 …… 7
(2) 有機栽培30年 …… 9
(3) 無農薬栽培の技術開発 …… 12

第1章　「生理的防除」の理論

1. 代謝系を狂わせる要因
(1) 栄養のアンバランス（施肥の誤り） …… 18
(2) 土壌のアンバランス …… 23
(3) 農薬ストレス …… 26
(4) 気象的ストレス …… 31
(5) 物理的ストレス …… 32
(6) その他のストレス …… 32

2. 植物の生命力を生かす実例
(1) 樹勢の衰退と病気―土と根と生命力 …… 33
(2) 植物の治る力―生命エネルギー …… 35
(3) 植物の防御機構と治癒力 …… 40

第2章　「生理的防除」に基づく新総合技術の実際

1. 基本技術の第一は生育条件の整備 …… 42
2. 高度技術　その1：光合成を飛躍的に高める生理活性剤
(1) 生理活性剤アミノンの特徴 …… 44
(2) 植物体の反応 …… 46
(3) 害虫に対する効果 …… 49
(4) 病害とその防除 …… 51
(5) 土壌病害に対する効果 …… 52
(6) アミノン-25の使用法と効果 …… 54

3. 高度技術　その2：土壌改良剤
(1) 腐植酸資材テンポロンとリブミン …… 59
(2) 果樹の品質改善と旱寒害に対するテンポロンの効果 …… 62
(3) ブラジルでのリブミンによる栽培年数延長効果 …… 68
(4) リブミンの土壌改良効果 …… 73
4. 高度技術　その3：微量要素の施用
(1) 微量要素の葉面散布 …… 74
(2) 微量要素の土壌施用 …… 75
5. 施肥の精密設計
(1) 施肥を考える基本 …… 80
(2) 慣行的施肥量算出の理論と実際 …… 85
(3) 施肥量の調整技術 …… 87
6. 本技術に基づくパッケージの作成要領
(1) 土作り …… 96
(2) 生理活性剤アミノン-25の散布 …… 98
(3) 施肥設計 …… 99
(4) 生理活性剤アミノン-10の土壌灌注 …… 99
(5)「生理的防除」に基づく病虫害の総合防除 …… 99
■病害と虫害についての補追 …… 101

第3章　作物別効果実例のまとめ
1. アミノンが効かない？―チェックポイントと対策 …… 104
2. 作物別効果実例
Ⅰ―野菜
(1) 果菜 …… 107
(2) 葉茎菜 …… 110
(3) 根菜、イモ類 …… 112
Ⅱ―穀類 …… 112
Ⅲ―チャ（特用作物） …… 114
Ⅳ―果樹 …… 114

序章
病虫害の「生理的防除」誕生まで
―農薬信奉から無農薬への道

(1) 農薬商売との決別

農薬との本格的な関り合いは、南米最大の日系農業組合の技師を辞め、1959年、バイエル社に入社してからであった。同社でプロとしての知識と経験を積み重ねるうちに、病虫害を効果的かつ経済的に防除するにはバイエル社だけの製品で防除するのは不可能だということに気づき、1963年会社に独立し、小さな販売会社を設立した。バイエル社の後援で問屋として優遇され、その信用のおかげで他の世界の一流会社とも有利な取引ができ、独立後3年目には自社屋を持てるまでになった。そのうち、農薬の効果を最大に引き出すには防除機の性能も欠かせないものであることが分かり、動力噴霧器、ミスト機、スピードスプレイヤーなど性能検査や輸入にも力をいれ、販売量は年間1万台を超えるようになった。

防除技術については、技術者が現場に密着し、農薬が効かない場合は種類を変えるなど、あらゆる手段をこうじて対応することを、会社の基本方針としてきた。ところが、農薬ではどうしても防除できない事例がだんだん増えてきた。それまで教えられてきた抵抗性の仕組みとは違う別の原因があると考えざるをえない。その頃（1970年当時）、農薬商売はうなぎのぼりの好調期であったが、技術者としては農薬で解決できない病虫害事例の増加は、不安このうえない心境にならざるを得ない。

ここで、1954年以来の農業人生を振り返ってみた。農協の指導員の時は土壌肥料に熱中するあまり、移住してきた家内の荷物は、ほとんど全部友人に調達してもらった土壌分析の器具（当時ブラジルには滴定法のミクロ分析器具はなかった）であったため、家内の嫁入り道具は衣類だけ、という哀れな状態であった。私の勤務先のプレシデンテ・プルデンテ市は南緯22度、標高450m前後の、亜熱帯の肥沃な砂質土壌（平均値として粘土7%、粗砂細砂

70%、シルト23%）である。原始林伐採後20年間は、ワタ、トウモロコシなど無肥料で栽培できる。その頃、この地帯にはまだ20〜30%の原始林が残っており、伐採後10〜40年の農地が多かった。有機物の分解が極めて早く、伐採後20年で1.2〜1.5%、30年で1.0〜1.2%、40年で0.6〜0.8%、という分析結果であったのを今でも覚えている。

有機物含量が1%以下になると、いくら化学肥料を使っても、利益の上がるまともな収量には回復しない。そこで、私のとった指導の基本方針は、土壌浸食を防ぐ等高線栽培と緑肥栽培（4年に一度）と輪作、それに少量の化学肥料を使うことであった。農薬散布も、ワタやバレイショの特定病虫害に限定していた。

当時、農薬肥料の売上げは微々たるもので、農協の経営資金はもっぱら生産物の販売委託料に頼っていた。

1958年、農家への指導方針で上司と対立し、農協をクビになった。私が農協を辞めてから農協の指導方針は大きく変わり、緑肥栽培は次第に忘れられ、生産技術は化学肥料に頼るようになり、地力の低下に拍車がかかるようになった。農協を辞めて7年目、私は地力低下による当地帯の将来を予測し、拠点をサンパウロに移した。しかしこの時点では、まだ地力と病虫害の関連性は明確には掴めていなかったが、ワタの斑点病、バレイショの輪紋病、落花生の斑点病（Cercospora）、など腐植含量が高い畑では発生せず、地力の低い畑には必ず発生するという、相関関係のハッキリしたものもあった。

サンパウロに拠点を移してからは次第に行動範囲も広がり、北はアマゾンから南はウルグァイ国境の州まで、色々な作物や自然の原野、原始林を見て歩くことが多くなった。

こうして観察を続けているうちに、自然の原始林や原野には、イナゴの異常大発生と大移動の時か、大きな天候異変の時以外には病虫害が発生しないことが分かった。また畑作物の場合も、特定病害虫（例えば、バレイショのべと病、キュウリのうどんこ病、ナス科やウリ科作物の萎ちょう病など）以外の、昆虫や微生物による病虫害は、すべて土壌のアンバランス、施肥の誤り、中耕で根を切り過ぎる、急激な温度の変化、土壌の異常な乾湿など、植物体にかかるストレスが限度を超えた場合に起こる。特定病虫害でさえも、

ストレスを避けることによって被害を大幅に軽減できる。意外であったのは、農薬のかけすぎもストレスとなって、他の病虫害が発生することであった。

この時点（1971年頃）になってやっと、農薬の効力の限界を痛感し、農薬だけでは病気や害虫は防げない、植物を取り巻く環境が限度を超えて悪化した場合は、農薬による防除も効果がないことが分かった。また一方では、世界各国の農薬会社からは新農薬が次々に開発されるが、病虫害は増え続けていく。これらの事実から自分なりに、農薬だけで病虫害の防除は不可能である、この病気にはこの殺菌剤、この害虫にはこの殺虫剤、といった農薬だけの対症療法は間違っていた、という結論に達し、農薬と防除機の販売中止を決意した。幸い、1〜2年は何も売らなくても会社を維持できるだけの余力があったので、1972年の半ばには農薬と防除機の販売から完全に撤退することができた。

(2) 有機栽培30年

ここまでは農薬づけの農業人生であり、これ以後は、農薬を使わないでいかに高品質高収量を実現するかを追求してきた。この時点で私の人生は真っ二つに分かれたといってよいと思う。防除機と農薬を売らないでどうして会社を維持したかというと、動力草刈機と土壌改良剤の輸入に切り替えたのである。当時は何れも市場での販売量はゼロに近い状態で、市場作りからはじめたのであるが、順調に販売が伸び、数年後には動力草刈機、生理活性剤もあわせてブラジルにおいて国産化することができた。

一方1972年に、無農薬栽培の実験農場として約8haの土地を購入し、山岸式養鶏を基本にして産卵鶏とブロイラーの糞で有機肥料を作り、うち3haの畑で年間約30種類の野菜の周年栽培を開始した。この農場はブラジルの有機栽培の草分けとして発足し、現在も安定生産高収益の農場として続いている（来米速水編著『世界の自然農法』に記載。1984年）。病虫害は結果であって原因ではない、という「生理的防除法」の基礎になる考えは、この農場での体験が最も大きかったと思う。

鮮明に記憶に残っている一例を紹介しよう。ある年、モンシロチョウの大群が空を覆うばかりに飛来した。蝶の大群が通りすぎたあと、キャベツの葉

の裏には無数の卵が生みつけられていた。この時点では、有機農業を始めてすでに数年たっていて、無農薬での害虫防除には相当自信を持っていたのであるが、さすがにどうなるかと不安になってきた。キャベツをはじめ、アブラナ科の野菜を周年栽培していても、害虫による被害はほとんどなく、天敵の数が極めて少ないからである。ところが、卵から孵化した幼虫は1〜2齢期の間に死んでしまい、被害はゼロに近い状態ですんだ。一方近隣の慣行栽培の畑は何れも、農薬を散布しても相当な被害を受けていた。

この時は植物の持っている抵抗性の偉大さには感動したが、その抵抗性の仕組みは十分に理解できていなかった。ふだんから、自分の畑には天敵が少ないのになぜ虫害がないのか不思議に思っていたが、この体験でモンシロチョウが全滅したのは天敵昆虫や天敵微生物によるものではないことが分かった。しかし、この現象が植物自体の持つ駆除能力（葉を食べられなくする毒物を作るなど）なのか、葉の中に幼虫の栄養となるエサがないのか、その自己防衛の仕組みは私には分かっていなかった。

1980年頃、私の無農薬有機農場がテレビで紹介され、サンパウロの農業技師協会から数人の理事が視察にきて対談し、機関誌にも長文で掲載された。その後まもなく開催された協会主催のブラジル最初の有機農業講習会に講師として招かれた。それからはブラジル全土の大学や農業団体での講演やセミナーに招聘されたが、なぜ私の農場には病害虫の被害がないのか的確な説明はできなかった。学生には、植物の持つ害虫や病原菌に対する抵抗性については、専門書に書かれているような通り一遍の理論の受け売りしかできなかった。その頃、農薬で駆除できないワタのハダニが、私の開発した生理活性剤アミノンの散布で、一枚の葉に300匹いたのが数日で95%以上死滅してしまうのは何故か、についてはどうにも納得がいかず、人にも説明できなかった。

1989年3月、リオデジャネイロで開かれた国際セミナーで「農牧での害虫防除」という議題で基調講演をするよう依頼された。この時の休憩時間に、私の開発した生理活性剤アミノンを使って、ブラジル最南部の州で、リンゴの無農薬栽培を指導している女性研究者が面会を求め、下記のトロフォビオーゼ理論というものを教えてくれた。

フランスのパストール研究所にフランシス・シャブスーという研究者がい

た。彼は、トウモロコシの害虫抵抗性品種を研究していた時、抵抗性品種には、遊離アミノ酸が極端に少ないことを発見した。これが昆虫のエサではないかと考え、抵抗性品種に多量のアミノ酸を吸収させたところ、見事に抵抗性は失われたのである。また施肥のアンバランスでも新陳代謝に変調をきたし、遊離アミノ酸の含量が増え、害虫や病原菌が増えることを突き止めた。そしてこれを「トロフォビオーゼ理論」として公表した。

この女性研究者はフランス語に堪能で、トロフォビオーゼ理論を中心に書かれたシャブスー氏の著書を3冊ポルトガル語に翻訳している。この理論を知って、なぜ私の農場に病虫害が少なく農薬がいらないのか、他の多くの農場で大発生しているハダニやカイガラムシが、なぜ生理活性剤アミノンの散布で一挙に激減するのか、理解できるようになった。畑では、有機肥料も無機肥料も、大部分が硝酸態のチッソとなって吸収される。硝酸態チッソは酸素を放出し水素と結合して還元状態となり、更に光合成の産物であるグルコースと合成されて遊離アミノ酸となる。これらのアミノ酸は更に重合して蛋白となる。無機態チッソ→遊離アミノ酸→蛋白、の合成過程をプロテオシンテゼというが、昆虫はこの合成過程のなかの遊離アミノ酸をエネルギー源としている。昆虫は蛋白を即時分解してエネルギー源に変える酵素を持たず、無機物もエネルギー源とはならない。

ここまでくると、植物体内の遊離アミノ酸を早く蛋白に変えてしまえば、害虫はエサがなくなり、死ぬかどこか他の場所に移動していなくなる、ということが理解できる。虫害をなくす一番良い方法は、遊離アミノ酸を減らすということである。

有機栽培を始めて16年目、やっと私は、どこにでも少しはいる昆虫が、なぜ増え続けて害虫に変身するのか、自信を持って人に説明できるようになった。

2001年現在、農場の有機栽培は28年目を迎えた。農作業は、種蒔き、苗作り、施肥、除草、灌水、そして収穫となるが、堆肥作りはしない。ブロイラーのおがくず鶏糞を、移植直前うねの上に散布し、スプリンクラーで灌水するだけである。これは畑を全く休ませることなく、野菜を周年栽培するために、私が行き着いた亜熱帯での技術であるが、病虫害に悩まされることなく、

収量品質も安定している。何より、それ以前よりも良い土になったのがありがたい。また毎月の収支決算が赤字になるのは、何年かに一度の大霜害のあと2カ月だけである。この農場の体験では、先輩や本からは知り得なかった多くの原理を教えられた。そして無農薬栽培技術を開発する大きな足がかりとなった。

(3) 無農薬栽培の技術開発

1972年、農薬商売と動力噴霧器の輸入を止めた会社は、動力草刈機の輸入で経営を支えながら、土壌改良剤と生理活性剤の開発と販売に邁進することになった。

農薬に替わる販売資材として土壌改良剤をえらんだ理由は、この広いブラジルで地力維持を堆厩肥に頼ることは不可能であり、また優れた改良剤には堆厩肥にない多くの利点があり、特に少量の施用で下層土の改善にも効果のあることに注目したためである。

生理活性剤については、当時惹かれる製品は見当たらなかったが、ブラジルで知人の開発した酵素製品の効果を見て興味を持ち、独自に開発し、製造に踏み切った。

土壌改良剤の開発には、日本の数人の研究者の情報支援を受け、目標を腐植酸石灰の製造に絞り、約3年で製品化することができ、テンポロンの発明者である阿部良之助氏にリブミンと命名して頂いた。

生理活性剤は最近製品開発が急速に進み、現在では植物抽出酵素剤、岩石抽出ミネラル製剤、動物性アミノ酸、植物性アミノ酸、など数多くの製品が開発されているが、私の場合は1980年頃からは動物性及び植物性アミノ酸に集中して研究し、酵素の効果を高め安定させるために、複合微量要素剤も開発した。こうして生まれたのが動植物性生理活性剤アミノンと微量要素剤ミクロフォールである。

土壌改良剤は日本の会社と研究者の情報支援を受け、生理活性剤は独自の研究で、いずれも5年後には製造販売できるようになった。

生理活性剤については、販売初期から、病気や害虫が少なくなるという報告が数多く寄せられたが、最初は半信半疑であった。そのうちに殺ダニ剤を

散布しても防げず、放棄されたワタ畑での試験を筆者自身が担当することになった。ここでは、一枚の成葉に300匹以上いたナミハダニが、生理活性剤アミノンの散布で、5日後には十数匹に減り、再び新芽が出始めた。翌年からこの120haのワタ畑には、年間5回のアミノン散布で殺ダニ剤を使わず、品質収量ともに大幅に改善することができた。

ブラジルでは、多年生の果樹パパイアも年中ハダニが繁殖し、殺ダニ剤なしには栽培できない作物であった。これも生理活性剤アミノンの年8〜10回の散布でハダニの被害にあわず、秀品を多収穫できるようになった。

絵描き虫といわれるハモグリバエやハモグリガ、カイガラムシなど、農薬では防除困難といわれる多くの害虫に良く効く、という報告が次々と寄せられるようになった。

葉を食害する鱗翅類の幼虫にも極めて効果の高いことが分かった。

それでもアミノンの効力が低い害虫が数多くある。数種の害虫に対して効果が低い理由は、後述のトロフォビオーゼ理論によって説明できるようになった。つまり、常に細胞増殖のためアミノ酸が送られてくる生長点に寄生する害虫は、エサに不足することがなく、餓死することなく、生き続けることができる。たとえば、ホコリダニ、サビダニ、スリップスなど。アミノ酸の多い完熟まぢかの果実を吸汁する夜蛾など。夜蛾以外のホコリダニ、サビダニ、スリップスなどは、後述の生理的防除の総合技術によって防除できる。

*

病虫害防除に実際面で大事なことは、害虫や病原菌を敵視しないことだと思う。もともとどこにでもいる生物であり、ある特殊な条件下でのみ異常繁殖して、害虫や病原菌に変身する。どういう時に変身するのかというと、気候の異常変動や、施肥の誤り、農作業のミス、など人為的なミスで植物体に限度を超えたストレスがかかった時である。この時植物生理に異常をきたし、新陳代謝がスムーズに働かず、昆虫の絶好のエサである遊離アミノ酸が増え、病原菌に対する抵抗性が落ち、植物本来の自己防御能力が衰える。こうして、防御機構の壁が破られて昆虫や微生物が異常繁殖し、病虫害の発生となるのである。

私はバイエル社に働いていた頃から、ワタを主体として、現在注目されて

いる総合防除の手法を、北米から導入された技術として教えられていた。ワタは発芽の始めから、生育の各ステージで異なる害虫が、収穫の最後まで切れ目なく襲ってくる。そこで毎週害虫の種類と発生密度を調べ、決められた限度の生息密度に達した時に、殺虫剤を散布するのである。また害虫によって効く殺虫剤が違うので、それぞれに効果のある殺虫剤を選択する。ブラジルでは、オレンジやコーヒー、ワタなどの大農場では生息密度が限界数に達しない時には散布しないBIL（生物的被害水準）法が使われている。大農場の場合は1回の散布で数千ドル～数万ドルの農薬代がかかるからである。

たとえばオレンジでは、成葉平均1枚当たり、3匹のハダニまでは被害がでないと言われている。多くの園で観察してみると、よほど生育環境が悪くない限り、なかなかこの数には達しないものである。そして天敵の数も、結構バランスよく見つかるものである。害虫防除の場合、防除暦に従って散布するとか、定期散布する、などは大きな間違いだと思う。

病害の場合は、作物の決められた部位の、決められた葉数にある病斑数を基準として、散布するかしないかを決めるが、これは病気の進行の遅いある種の病気のみに限られる。コーヒーのさび病やバナナのセルコスポラ病などである。

たいていの病気は、この方法では手遅れとなるので、気象や微気象の観測をして発生予察をする。最近では、リンゴの黒星病やトマトのべと病などの防除のため、数千haの大農場では、一日24時間生育期間中、多数のセンサーと、コンピュータを使っての監視体制で、大きな成果をあげている。3,000haの農場では1回20ドル/haの農薬代として、1回散布回数を減らせると6万ドルの節約になる。

要は、病害虫を皆殺しにするのではなく、自然生態系の一環の生物としてとらえるべきである。病虫害が発生するのは異常な気象変動か、人為的な栽培管理のミスで限度以上のストレスがかかったためと理解すべきである。そしてこのような場合、生理活性剤アミノンや微量要素の葉面散布は予防と回復に大きな力を発揮する。

病虫害を予防的に防除し、完璧に無農薬にするには、アミノンだけではできない。次の生理的防除で述べるように、できるだけ植物にストレスを与え

ないために、生育の環境作りをする。更に土壌改良剤、微量要素などを活用して堆肥ではできない積極的な土作り、根作りをし、養分吸収の量と時期に応じた施肥設計をする。

約50種類の栽培作物でこの方法を実施した結果、たいていの作物で無農薬が実現できた。ウリ科と、ナス科のトマト及び落葉果樹には殺菌剤として無機硫黄剤と無機銅剤のみ、果実に侵入する夜蛾の幼虫にはフェロモン剤を使う、など。どれも国際基準では無農薬の範疇に入る資材である。しかも殺菌剤の量は少なく、選択性殺菌剤を使う場合に比べると、農薬代は10分の1以下になる。

*

以上の体験と、その後試行錯誤を繰り返しながらたどり着いたのが「生理的防除」理論である。その詳細は第1章、病虫害防除の新技術「『生理的防除』の理論」以下を読んで頂きたい。

生理的防除法という言葉は、1989年3月ブラジルのリオデジャネイロで開催された国際セミナー（議題は、農牧での害虫防除）の基調講演に招かれ、「害虫の生理的防除」と題して講演した時にはじめて使用した。農薬（合成農薬、微生物農薬）防除や生物的防除（天敵利用）、総合防除、などは一般によく知られているが、この防除法を表現する適当な熟語が見つからないので、あえて生理的防除という言葉を使わせていただく。

第 1 章
「生理的防除」の理論

病虫害の発生は結果であって原因ではない。原因は各種ストレスやアンバランスによる代謝系の狂いである。生理的防除法の骨子を図1-1、表1-1に記す。

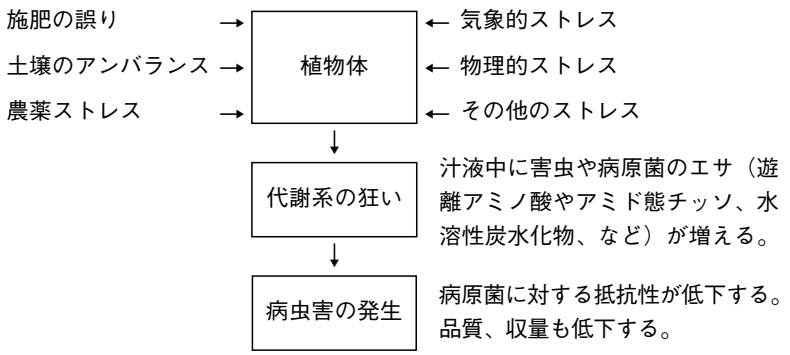


図1-1　ストレスの原因と病虫害の発生

表1-1　生理的防除の基本技術3点（1. 光合成促進　2. 土作り　3. 施肥の精密設計）

1. 高度技術	1ー	光合成の促進：総合アミノ酸の散布で高度に光合成能力を高める。 1）葉面散布　　2）土壌灌注
2. 高度技術	2ー	高度の土壌改良。表土及び下層土の通気・透水性、化学性の改良に腐植酸系土壌改良剤の活用。
慣行技術		土壌の化学的アンバランス矯正：pH、腐植、Ca、Mg、Zn、B、Mn、Fe、Cuの含有量及び相互間のバランス改善。
3. 慣行技術		施肥の精密設計：多量要素、微量要素の適期適量施肥。

1. 代謝系を狂わせる要因

この項では、図1-1のワク内のストレスやアンバランスについて説明する。

(1) 栄養のアンバランス(施肥の誤り)

なぜ病虫害が発生するのかについての興味深い学説がある。これは序章でふれたが、フランスのパストール研究所のフランシス・シャブスー（故人）の唱えたトロフォビオーゼ（Trofobiose）理論である。まず害虫のエサは何かというところから始まるが、彼は昆虫のエサは汁液中の遊離アミノ酸であることを発見した。そして養分の欠乏や過剰、養分間のアンバランス（K/Ca/Mg間）によって、無機態チッソ→アミノ酸→蛋白、の合成がスムーズにいかず、汁液中に遊離アミノ酸が増え、それをエサとする害虫が増えることを証明した。病害の場合もよく似ている。病原菌は遊離アミノ酸以外にアミド態チッソや水溶性多糖類も絶好のエサとしており、これらのエサが施肥の誤りや農薬散布のストレスで増加し、その結果病虫害が増えるのである、と多数の例をあげて説明している。筆者は、体験上この学説が正しいものであると信じている。

①チッソ肥料と病虫害

【例1】アラビカコーヒー

1993年。一人の農業技師をコーヒー専門のコンサルタントに仕立てるべく特訓中の頃である。

その頃有名なコンサルタントの施肥設計は、チッソ施肥量が400～500kg/haで平均収量は25袋/ha（1袋は60kg）であった。優秀なコーヒー栽培農家の施肥量もほぼ同じであった、と記憶している。

それに対し筆者らの施肥量は収量30袋/haを目標とする場合、チッソ施肥量は120kg/haである。理論的にはコーヒー樹の吸収量から計算して、1袋当たりチッソ4kgで十分なのである。しかしこの量でこの収穫量を得るには、多くの吸収力の強い細根と、光合成能力の高進が必要である。そのために、後述の土壌改良剤リブミンと生理活性剤アミノンの施用、施肥前の土壌の化学的バランスの調整を必ず実施する。こうして、増収、高品質、無農薬のグルメコーヒーが得られるのである。

400〜500kg/haのチッソ量は、施肥量の多い野菜や落葉果樹のそれを上回るものであるが、なぜコーヒーにこのような異常な多チッソ栽培が普及したのであろうか？　同じような多肥栽培は、日本でもバブル前の景気のよい時代に起こっていた。

ひとつは、コーヒー豆の高値が続くと、ある点までは施肥量と純利益が連動するので、自然と多肥栽培となっていく。

もうひとつは、除草剤を常用し、化学肥料だけで栽培していると、短期間に地力が消耗し、収量が落ち始める。これを肥料不足と錯覚し、施肥量が増える。病虫害も徐々に増え農薬の量も増え始める。収量を落とさないために更に施肥量を多くする。あとは悪循環で、優秀といわれる農家でも遂にチッソ施肥量が40kg/10aを超えてしまった。

筆者はこの裏には、農業の基本原理を忘れたのか無視したのか、また農薬と化学肥料の販売に狂奔した農協、資材販売店、農業技師も大いに責任がある、と考えている。

この頃、1993年は世界的なコーヒーの生産過剰で、生豆価格は1袋60kgが43ドルまで下がってしまった。コスト高と価格低迷による経済的な圧迫もあり、さすがにこの馬鹿げた施肥の間違いに気付いたのか、施肥量はだいぶ是正されたが、病虫害発生の原因がどこにあるのか、いまだ正確に理解されていないのが現状であろう。

また吸収量の2倍以上のチッソの施肥は、昆虫のエサである植物体の汁液中の遊離アミノ酸の量を増やし、防除困難な大型のハモグリガ（Perileucoptera coffeella）の発生を招き、この虫には葉面散布用殺虫剤では効果がなく、根から吸収させる強力な浸透性殺虫剤のThemicやBaydistonを使わないと満足な駆除ができない状態となる。

ハモグリガの多発農園でも、3点技術を実施すると、ダブついた無機態チッソや遊離アミノ酸が蛋白に合成され、エサが無くなって害虫が激減し、無農薬での栽培が可能となる。

こうして、ハモグリガやさび病の大発生園でも、3点パッケージの実施で大量の農薬施用園から無農薬の園に、かつ収量品質も大きく回復できた大農園になった成功例を数多く作ることができた。

【例2】バレイショと疫病

「現代農業」2003年10月号に興味ある試験結果が発表されている（表1-2）。水口文夫氏は、施肥量を10kg/10aに減らすと、病害は顕著に減るが、収量はそれほど減らないと報告している。

表1-2　チッソ施用量とバレイショ疫病の発生率（水口）

チッソ施肥成分量（10a当たり）	疫病の発生率（%）	
	発生の多い年	発生の少ない年
8kg	0.5	2.2
16kg	40.5	1.2
24kg	100.0	8.6

筆者はブラジルでも、草勢の良い春作は秋作の施肥量を半分にすると病害はほとんど現れず、収量もたいして落ちないことを長年経験している。

チッソ過剰が病害発生を助長するのも、原理的には害虫の場合とよく似ている。未消化チッソや遊離アミノ酸、アミド態チッソなどは病原菌の絶好のエサとなる。昆虫は無機態チッソを摂取し栄養とする能力はないが、微生物、特に細菌類には直接無機態チッソを栄養として利用できる種類が多い。

イネのいもち病をはじめ、多くの病害がチッソの施肥量と極めて深い関係があることを理解し、多チッソ栽培を避けるよう心がけていただきたい。

対策としては、①病害虫のエサをなくし、②蛋白と同時にデンプン含量を高めて軟弱な葉を丈夫にし、③植物の静的動的抵抗力（奥八郎『病原性とは何か』発病の仕組みと作物の抵抗性）を高めることである。そのためには、光合成の促進が最も効果的と思われる。余剰の未消化チッソを光合成でできたブドウ糖と合成して蛋白を作り、植物組織も丈夫なものとなる。そのための高度技術として、光合成能力を驚異的に高めるのが生理活性剤アミノンである。これは、余剰チッソの問題を解決するもっとも有力な武器だといえる。

②他の多量要素と病虫害

他の栄養素の欠乏症については数多くの研究があるが、チッソ以外の多量要素の施肥過剰の場合に生ずる病虫害との関係の研究はどれほどあるのか、筆者は知らない。筆者の50年の農業体験からいうと、通常の施肥ではリン酸

やカリ、イオウなど、また石灰や苦土など、まちがって2〜3倍施用した場合でも、そのためにチッソ過剰のように病虫害が発生したという例を経験したことがない。

ところが欠乏症と病虫害との関係の研究はかなりある。この分野では世界の第一人者であるフランシス・シャブスーは『作物の健康』（中村英司訳）のなかで次のように述べている。

・リン酸肥料は、チッソ肥料とは反対にヴィルス病にたいして植物側に有利に働く。糸状菌の場合にも抵抗力を高める。
・カリは、土壌に与えても葉面散布をしても、植物の抵抗性を高めることが多い。カリ欠乏になると、植物組織の中に還元糖や可溶性のチッソ化合物、とりわけアスパラギン、グルタミンなどのアミノ酸の含量が高まってくる。これらはすべて寄生者の必須養分である。
・カルシウムも植物の抵抗性にとって重要である。古くはシーア（1875年）が、カルシウム欠乏による病気の名を30種近くもあげている。それらは生長点部の細胞分裂が抑制されるネクローシス（壊死）によるものである。
・マグネシウムは葉緑素の構成要素であり、糖質の分解・合成のサイクルにも関係している。
・カルシウムとマグネシウムのバランスは蛋白質合成過程の代謝に対して強い影響力がある、という点はきわめて重要である。

シャブスーは微量要素についても多数の研究者の研究結果を述べている。シャブスーが重視し、強調しているのは、これらの栄養素の植物体内での量とバランスが代謝のなかでも蛋白質の合成に大きな影響をもたらし、体内にたまった遊離アミノ酸や可溶性糖質が病害虫のエサとなり、病虫害を招くという点である。一般には「栄養関係説またはトロフォビオーゼ理論」として理解されていると思う。

＊

「現代農業」2003年10月号では、石灰の施用で予防できる病気として、キュウリ、スイカのつる割病、トマト、ゴボウの萎凋病、ラッカセイ、トマト、ピーマンなどの白絹病、サクランボの灰星病などをあげているが、その多くは筆者も経験している。

そして、組織が弱くて発生する石灰型の病気として、灰色かび病、葉枯病、葉焼病などをあげている。

また、スタミナ不足で出る苦土型の病気として、葉かび病、うどんこ病などをあげている。

筆者の体験では、ハウス栽培で圧倒的に多いのが施肥過剰。ハウス栽培では栽培を重ねるごとに前作の残りの肥料が蓄積されてくる。ECも2を超え、うねの上や肩が塩を撒いたように白い粉が浮き出てくる。こうなると植物の根は濃度障害を受け、蛋白や糖の合成など、代謝系がスムーズに働かなくなり、土壌病害菌だけではなく、地上部のあらゆる病害虫に対する抵抗力が失われてしまうのである。

露地栽培でも、穀類などの大農型作物を除いては、多肥栽培となりやすい。こうした作物では、病虫害の発生は施肥の影響を受けやすく、「生理的防除」の3点技術の1点として、施肥の量とバランスと時期を重視する「施肥の精密設計」が必要となってくる。

③微量要素と病虫害

生体内の蛋白、澱粉、その他すべての物質の合成や分解の生化学反応は、数万と言われる酵素によって行われている。

酵素活性には、微量要素が欠かせない。微量要素には、酵素そのものの構成物質となっているものと、外にあって酵素を活性化する助酵素がある。前者には銅、鉄、亜鉛、モリブデンがあり、後者はマンガン、ホウ素、塩素である。

これらが欠乏すると葉に欠乏症状となって現れる前に病害虫の発現となる。

F.シャブスーは、微量要素が蛋白の合成に深く関与しており、その不足によってアミノ酸の蛋白への同化が停滞し、それが病虫害を招くと述べている。

実際には、葉に欠乏症が見られず、どの病気がどの微量要素の欠乏と関係があるのか分からないので、複合微量要素を葉面散布して対処することが多い。

筆者も真夏のニンジン栽培の黒葉枯病対策試験で、微量要素の複合剤を数回散布したところ、見事に発病を抑え、収量も30%の差がでて驚いた経験がある。

(2) 土壌のアンバランス

①物理的アンバランス―土壌構造の悪化

筆者は1953年から約10年間、原始林から伐採後40年までの耕作地土壌が散在する砂土～砂壌土の亜熱帯地域で、ワタ、ラッカセイ、トウモロコシなどの生育を、かけだしの土壌専門家、営農指導員として観察する貴重な機会に恵まれた。

腐植含量は4～5%と高いが、他の化学成分はカリを除いて驚くほど低い。伐採直後は一抱えもある大木の株が点在し、7～8年経っても馬耕もできない、無耕起栽培である。細い木株を毎年抜き、10年くらい経って馬耕ができるようになる。20年ほどして、過燐酸石灰の施肥が始まり、30年ほどで3要素の化学肥料を使うようになった、と記憶している。20年間無肥料で栽培されていたのである。伐採後10年、無耕起時代の生育のすばらしさは、いまだに眼底に焼きついていて鮮明に思い出せるほどである。

当時、勤務する農協に土壌分析ラボを作り、伐採後10年～40年の土の化学分析結果を比較したことがある。新地は肥料を施用する30年以上の古地に比べて、N、P、Kなどの化学成分はずっと低いのだが、病害虫が少なく生育ははるかに良い。

この化学成分だけでは説明できない大きな差は、分析結果の差が示す腐植の効用と考えてきたが、もうひとつ大きな差があった。

それは物理性である。新地はどんな大雨でもすぐに土中に吸い込まれ地表に雨水のたまることがない。つまり、透水性・通気性が抜群なのである。

原始林の多種多様の植物の根で長年かかって作られた土壌構造は、人間が決して作り得ない、植物に一番よいかたちの通気・透水性になっているに違いない。したがって、原始林伐採後馬耕が始まるまでの無耕起時代と異なり、馬耕からさらにトラクター時代と進むにつれ、最良の通気・透水性を保つ物理的構造は失われ、等高線を作らなければ4%の緩傾斜地でも土の流亡は避けられないようになる。

長年耕作された耕地の土を見てみよう。

土壌の粘土は分散し、団粒組織は失われ、通気・透水性が悪くなる。特に有機物含量の低い畑では、通気性が悪く、根は酸素不足の状態となっている。

植物の養水分の吸収システムは、地上から送られてくる糖分を根から吸った酸素で分解、生成した吸収エネルギーを使って吸い上げるのである。

養分のなかでもチッソやカリなどは吸収されやすいが、リン酸、カルシウム、マグネシウムや微量要素など、通気・透水性が悪いと吸収エネルギーが不足するため、たっぷり施肥されていても養分欠乏を起こしやすい。

しかも土壌には過剰になるほど多くある。二、三の例をあげる。

モモの樹脂病。幹の樹皮からヤニの出るこの生理病は、石灰不足といわれるが、いくら石灰を土に施用しても直らない。ところが腐植酸石灰の少量施肥で一年を待たず、回復する。

ブドウのトラ葉。土壌にマグネシウムの適量があっても欠乏症の出る代表的な例であるが、たいていの場合、同様の処理で数カ月以内に欠乏症状が消える。

ウメは多肥栽培の落葉果樹である。W県で70点の土壌分析結果をみせてもらったことがある。70%近くが塩基飽和度100%以上であった。人間にたとえれば、胃袋一杯どころか、のど元まで食べ物をつめこまれた状態である。濃度障害で根が弱り、衰弱症状を示す生理病が広がり、収量品質が低下し、病虫害が多発するのも当然である。通気・透水性の大切さに気付かず、土壌養分や肥料にだけ気を取られていると、このような事態を招く。

筆者は、ブラジルの砂壌土で化学的には大変なやせ地といえるが通気・透水性抜群の新地と、化学的には極めてリッチな現在の耕地を比べた場合、作物の健康度や生産性において前者がはるかに優り、肥料では補えない自然の作り出していた土の力には驚嘆せざるを得ないのである。

以上の説明から、施肥以前の土壌管理で最も重要な技術の一つが、養分吸収のエネルギーを高めるための通気・透水性の改善であることが理解できると思う。農協や農家レベルではこの点が軽視されていて、施肥に頼りすぎ、土壌のアンバランスを招いている場合が極めて多い。

結論として、土壌のバランスで最も重視されなければならないのは、通気・透水性であることを強調しておこう。

②微生物相のアンバランス

上記の化学的には非常にやせた亜熱帯新地の高生産性と健康は、微生物の

活性度に依存するところが極めて大きい。

土中には通常1g当たり1億以上の微生物がいると言われている。作物生産に有効に働く有効微生物もいれば、発病すれば病原菌といわれる悪玉微生物もいる。病原菌の繁殖を抑える有効微生物が圧倒的に多く、病原菌が少なければ発病はしない。ただし、植物体自体も抵抗力のある健康体でなければならないが。

この微生物バランスは、有効微生物の繁殖条件として、通気性・保水性の良い土で、好ましいエサ（有機物）が常時供給されることで保たれる。

共生微生物は土中のミネラル養分を取り入れて植物に供給し、植物が光合成で作った糖分やアミノ酸などをもらう。これらの働きは根の機能と代謝系の働きに影響する。土壌分析において化学性ではやせ地といえる原始林伐採後20年の無肥料耕地の作物の生育をみていると、自然が作り出したこのすばらしい共生関係に感動するのである。

また、拮抗微生物は、多種類の病原菌の攻撃から植物の根を守ってくれる。いつもこれらの善玉微生物が活発に活動できる土壌環境であれば、土壌病原菌は抑えられ病害は起こらない。筆者の30年を越えた野菜の有機栽培農場は、1カ月も休閑せず栽培しているが、初期にはたまに部分的に発生した病害も被害はゼロに等しい状態となっている。

③化学的アンバランス

日本でもブラジルでも新しい耕地はアンバランスが大きく、カルシウム不足による強酸性土壌やリン酸不足の土が多い。新地では苦土石灰で酸度を矯正し、できればリン酸の含有量レベルも引き上げる。こうした簡単な土壌改良をしたあとは、作物別の吸収量に応じた施肥設計で、適期施肥をすれば栄養問題は事足りる。前述のように粘質の土壌では、むしろ通気・透水性に留意せねばならないが。

それに比べ古い既耕地では栄養的には各成分含量の高い畑が多い。ハウス栽培や露地野菜、落葉果樹でも、残肥が溜まって土壌中の塩基が過剰になっている畑が少なくない。

日本のハウス栽培では塩基飽和度が100%を超えている畑が多いのではないだろうか？

ハウスでは土の表面に白い粉が吹き出てくるのですぐ分かる。簡単にいうと、根が塩漬けになったようなものである。これでは有効微生物は活躍せず、悪玉微生物が増えて病原菌に変身する。養分も水分も吸収できず、光合成もスムーズに進まない。

健全な作物は養水分の吸収が盛んなため自然と灌水量も多くなるが、吸水力が低くて灌水量が少なくなる畑は要注意である。メロンやキュウリ、トマトやピーマン、花などのハウス栽培に多い。このような畑では、どんなに手をつくしても病害を防ぐことはできないし、できたとしても品質収量は悪く、膨大な農薬経費がかかることになる。

萎凋病や青枯病を除く土壌病害のほとんどは濃度障害が原因と考えてよい。

最近は、土壌分析をして各成分の量やバランスを調べるのが常識となっている。ブラジルのようにほとんど全部の成分が低いやせ地では、微量要素まで含めて土壌分析をし、土壌改良と施肥設計をするのが、大型農業や良識ある農家の常識となりつつある。土壌分析の専門ラボでは微量要素も含めて分析するのが普通である。

多肥栽培の作物では、特に土壌分析をして塩基飽和度やECをチェックし、過剰障害を事前に防がねばならない。具体的な方法は後述する。

また作物の健康管理には陽イオン間のバランスも重要である。K/Mg比、K/Ca比、Mg/Ca比、などのバランスが崩れると、拮抗作用によって一方の養分が吸収されなくなる。結果的に、新陳代謝に狂いを生じ、病虫害の発生を招くことになる。

微量要素間にも同じ問題がある。

病虫害防除を念頭においた栄養素の土壌中の含有量とバランスについては、多量要素、微量要素とも、後述する。

(3) 農薬ストレス

農薬の散布によって植物の新陳代謝に狂いが生じ、病虫害の発生を助長することは余り知られていない。筆者もこの問題についてはほとんど無知に近かった。農薬については、バイエル社で現場の技師をしていた時は、レバークーゼンの本社でも勉強をさせてもらったが、農薬が植物生理に影響を及ぼ

し、病害虫の増殖を助けることは教えられなかった。昔からよく知られているのは、BHCやDDTなどの殺虫剤、あるいは殺菌剤を散布するとダニやカイガラムシが急増することである。

この現象の説明には、ダニやアブラムシ、カイガラムシはBHCやDDTに抵抗力があり、一方BHCやDDTは天敵昆虫を殺す、また多くの殺菌剤はカイガラムシの天敵微生物を殺す、という天敵説の考えが一般的であった。

これに対し、トロフォビオーゼ（Trofobiose）理論の提唱者であるF.シャブスーは、全く異なった視点から農薬散布による病虫害の増発を説明している。そして「寄生者（病害虫）は宿主である植物が提供する栄養分の性質に応じて、その植物と関係を持つ。農薬のこの影響は、タンパク質の合成と分解とのバランスという視点のもとで考えねばならない。このバランスは種々の寄生者に対する植物の抵抗性を決める基準となるものだからである」「植物体内でのタンパク質合成の強まりが、その抵抗性を高めることになる。それと関連して、植物の寄生者への感受性はタンパク質分解が優先している生理状態と結びついている」「農薬によって体内生理に変化が生じた植物と、その寄生者に対する感受性の関係を明らかにする以上の結果は、寄生者のもつ潜在能力を強める効果による増殖と、農薬に対して寄生者がもつとされる“抵抗性”とを混同してはならないことを教えてくれる。しかし、この混同は広く一般におこっている」と述べている（「　」内はF.シャブスー著中村英司訳『作物の健康』より抜粋）。

トロフォビオーゼ理論を分かりやすく要約すると、農薬が植物生理に影響を及ぼした場合、新陳代謝に狂いを生じ、蛋白合成が進まないかあるいは蛋白が分解するか、その結果としてアミノ酸やアミド態チッソが汁液中に増えてくる。糖類も同様に澱粉や不溶性多糖類への合成が進まず、汁液中の可溶性糖類が増えてくる。これらは、昆虫や微生物の絶好のエサとなり、増殖して植物の抵抗性が失われるのである。合成と分解のバランスによって生じるこれらのエサの増減で、抵抗性の強弱も決まる。

同氏は著書の中で、多くの殺虫剤、殺菌剤や除草剤、植物ホルモンの体内生理にもたらす変化を、多数の研究者の報告例をあげて説明している。

筆者はブラジルの亜熱帯～熱帯で農薬を散布すると、狙った病虫害は防除

できても、他の病虫害が増える実例を、また逆に農薬を使わず新陳代謝を促進するだけで病虫害を防除した多数の実例を体験し観察してきた。実例の一部を紹介しよう。

【例1】ワタの省農薬栽培

ブラジルでは、ワタは発芽初期から収穫期までたえまなく種々の害虫に襲われる作物である。1950年代までは、殺虫剤ではDDT、BHC、パラチオンが主体であった。液剤は散布に時間がかかるので、大農園ではこれら3種の殺虫剤を混合した粉剤が主体であった。この頃はまだハダニがワタに致命的な損害をあたえることは少なかったが、アブラムシは散布の回数が増えるほど増殖するようになった。1960年頃、やっとアブラムシの特効薬となった浸透性かつ選択性（アブラムシにしか効果がない）の殺虫剤メタシストックスが発売され、農薬界では発明したバイエル社の名を一層有名にした。

この頃、バイエル社ではワタの害虫防除にアメリカから総合防除法を導入し、同社の技師であった筆者も実地にワタ畑で実習に参加したことがある。各害虫の生態を勉強し、検索法を実習する。そして、各害虫の生息密度が被害をあたえるレベルの達した時、農薬を散布するのである。それでも、生育期間の6カ月の散布回数は10回を超えていた。

その後、従来の殺虫剤では死なないハダニが増殖し、ダニの特効薬が求められるようになった。世界の農薬会社はこぞって殺ダニ剤の開発に乗り出し、次々と新農薬が発売されたが、2〜3回の散布でダニは抵抗力を獲得する。新殺ダニ剤の開発とダニの抵抗力の獲得はイタチゴッコのようにエスカレートして、基本的には殺ダニ剤だけでは解決にはならないのが現状である。

1987年頃、筆者は社長業のかたわら、農薬肥料のコンサルタントとしていくつかの大農園を指導していた。その一つにイギリス系の紡績会社の経営する700ha以上の大農園があった。農場の支配人は優秀な農業技師で筆者の考えに共鳴し、コーヒーは完全無農薬、ワタは害虫の発生密度に応じて農薬を散布するBIL法（総合防除法）により、最低限の散布にとどめることにした。それまでの経験から、コーヒーには自信があったが、ワタはあまり自信がなかった。これまでにワタの害虫にはバイエル社時代から28年の経験があり、殺虫剤なしでは栽培できない数少ない作物の一つであると考えていたからで

ある。

ここ数年来BIL法を実施しているこの農園の散布回数6〜7回をどこまで下げられるかは未知数であった。殺ダニ剤がいらなくなるのは分かっていたが。

それまでに筆者の開発した生理活性剤アミノンを、収量品質を良くするために定期散布を5回すれば殺ダニ剤はいらなくなるという自信はもっていたが、最終的には一作の散布回数が3〜4回に収まれば上々と考えていた。

収穫がすんでみると、散布回数は驚いたことに0〜1回であった。0〜1回というのは、ワタ畑は200haほどの面積を10区画ほどに分けてあり、BIL法で害虫密度を調べると、最後まで農薬散布の必要がなかった区と1回散布した区があったためである。その後も散布回数は、天候の悪い年でも0〜3回を超えることはなかった。

ワタ栽培ではハダニは必ず繁殖する最も重要な害虫の一つであるが、栽培期間6カ月間にアミノンを5〜6回散布し、BIL法を実施すれば、ハダニだけでなく他の害虫密度も無農薬に近いまでに大きく下げられることが分かった。

【例2】アラビカコーヒーの無農薬栽培

アラビカコーヒーが栽培されているブラジルのセラード地帯は地形が良く、大型収穫機による収穫が普及しており、除草剤の施用が不可欠といわれている。そのためか、この地帯のコーヒーには2大病虫害であるさび病とハモグリガもつきもので、防除は欠かせず、農薬会社のドル箱地域である。当地方の生産者や農協は、農薬散布なしにはコーヒーは取れないと思い込んでいる。

筆者らは、この地帯でも名の知られた大農園のコンサルタントを引き受けたことがある。初年度から農薬ゼロで出発したが被害もなく、2年度からは収量品質とも以前よりはるかによい農園に仕立て上げることができた。この実例を農協や大農場に紹介し、技術を使ってもらおうとしたが、ついに普及させることができなかった。もし無農薬で取れなかったらどうなるか、という心配が先にきて踏み切れないのである。

ブラジルでは、100ha以上のコーヒーの大農園で完全無農薬、収量はブラジルの平均値の3倍、1,800kg/ha、しかも品質も向上の実績を多くの大農場で実現し、「生理的防除の3点技術」の確かさを証明してきた。この事実の理

論的説明は、無農薬と適正施肥により栄養アンバランスと農薬ストレスを解消し、更に光合成促進の高度技術によって、シャブスーの唱える抵抗性の発現が大きかった、と考えられる。

*

筆者の経験では、農薬ストレスの中でも、永年作物では特に除草剤の影響が大きいと思う。

あるコーヒーの試験場での観察である。5年間機械除草のうねと除草剤連用の比較である。除草剤連用区の表土は硬くしまり、機械除草区に比べ地表が明らかに5〜7cm低くなっていた。担当者の説明では、除草剤区はコーヒーの根量もはっきり劣っているとのことであった。

細根や毛細根が少ないだけでも養水分の吸収に影響がある。さらに土が硬くしまって通気・透水性が悪い状態では、吸収は一層悪くなり、植物生理に相当な影響がでると考えられる。

筆者が関係するコーヒーやオレンジ園で無農薬を指導する場合は、除草剤はやめ、機械除草に切り替えるのが第一の条件である。除草剤をやめない限り、永年作物で完全無農薬を実現するのは難しいと思う。

除草剤と作物の病虫害のつながりについても、両者の関係に気付くことは少なく、筆者もそうであった。この関係に気付いたのは、トマトの農場であった。トマトの収穫を終え、その後畑をすき返したところ、一斉にイネ科雑草が生えてきた。この雑草はありふれたマルメラーダという草で肥沃地なら夏にはどこにでも見かける雑草である。この雑草は青い麦の葉のように美しく、コーヒーやトマトとは大変相性がよく、草生栽培には歓迎したい草で、常に観察しているなじみ深い草である。ところが、この雑草の葉に病原性斑点病が大発生した。ここにはニンニクを植え付ける予定であったので、驚いて農場主に訊ねると、予想通りトマトに除草剤を使用していた。マルメラーダには絶対に病害を起こさないただの微生物のひとつが、突然除草剤の残渣の影響で病原菌に変身したのである。

このような形で除草剤によって引き起こされる病害は数多くあると考えられる。

その一つは除草剤を使う大農場のマメ科作物に多い苗萎凋病である。病原

菌は、Fusarium spp.で発芽直後の幼苗が侵される。これは、生理活性剤アミノンで立ち直れるが、詳細は後出の「植物の治る力―生命エネルギー」を読んでいただきたい。

近年一年生の大型作物の苗萎凋病や立枯病、斑点性病害など、ただの微生物が病原菌に変身して従来なかった特定病害となる例が多いが、これらは除草剤の連年施用で引き起こされていると筆者は考えている。

(4) 気象的ストレス

適期に作物を植えても異常高温や異常低温に見舞われることがある。こういう時にはどうしても病虫害が発生しやすい。旱魃や多雨、過湿も大きなストレスとなる。特に、野菜では少しの高温や水不足、日照不足、多雨でも、養分吸収エネルギーの低下による生理病や、今まで病原菌でなかったものが変身し、一作だけではあるが病害を起こすことがある。

微気象の調整も重要な栽培技術と言える。たとえば、ブラジルでは真夏の直射日光が地表に当たると表土5cmの温度が50℃以上にあがる。これでは熱帯性作物であるオレンジといえども、根の働きが鈍ってしまい、新陳代謝が狂って病気や害虫発生の原因を作ってしまう。和歌山県の果樹試験場ウメ研究所でも、清耕栽培のウメ園の表土は、45℃以上にあがる、ということであった。

敷草や草生栽培がよいのはこの点にある。長期旱魃のとき、土中の水分を計ってみると草生栽培の方が水分が高い。この理由は、表土の水分が減ってくると、根の浅い雑草は気孔を閉じ葉からの蒸散は止まるが、地表の温度はより低く、それ以後の水分蒸発が清耕栽培よりも少なくなるため、と考えられる。同じ理由で、コーヒー苗の新植では敷草をするかしないかで、1年目の生育量（茎葉と根の重さ）が2倍以上、防除では無農薬ですむか、農薬多用かという大きな差がでてくる。

畝を東西に植えるか南北に植えるかということも地表の微気象に大きく影響する。トマトのように株もとが裸の作物では、東西に植えて1日中真夏の強い太陽にさらされると地表の温度が上がりすぎ、根が高温障害のため働かなくなり、非特定病害までも多発する。

(5) 物理的ストレス

栽培技術のミスでよく物理的ストレスが起こる。

一番多いのは中耕や除草で根を切ることである。夏の高温時、モモやワタ畑で中耕すると、途端にダニが大繁殖してしまう。

ピーマンやナス、トマト、キュウリなど、鍬で除草すると萎凋病が一度に広がるが、その時、草を低く刈り取るだけにすると根を傷めず病気が広がらず、減収がさけられる。

有機栽培のブロッコリー畑で1株だけアブラムシがビッチリついており、抜いてみると根が農機具の刃で傷つけられていた、などということがよくある。

ブラジルにはハキリアリという面白いアリがいる。頭についている大きなハサミで葉を体重以上の大きさに切り取り、巣に運ぶ。そして葉を培養基としてカビを繁殖させ、それを食べるのである。これは友人の研究者の話である。10本ほどあるミカンの木の1本だけにアリが集中して葉を切るので、不思議に思いよく見ていると、数人の農園労働者が日陰で休息する時はいつもこの木の下であった。木の下の地面を調べると、はたして相当踏み固められた状態になっていた。彼の説明では、「通気・透水性が悪くなり、養水分の吸収が落ち、新陳代謝が悪くなってアミノ酸や可溶性糖類が溜まってくる。これはカビの絶好のエサであって増殖を助け、カビを食べるアリにも好都合だ。アリはこのことを知っていたのではないか」とのこと。もちろん彼はシャブスーのトロフォビオーゼ理論を知っていた。

普通よく見かけるのは、大型トラクターによる踏圧である。表土は耕耘で膨軟になるが、プラウのかからない下に硬い土層ができる。これも同じ原理で植物生理に影響を及ぼす。

ほかにも人為的に土壌の物理性を悪化する場合があると思う。これらは養水分の吸収を阻害し、前述のように病虫害の発生に影響を及ぼすものである。

(6) その他のストレス

酸性雨による生理障害や、工場排水による灌漑水の汚染で作物が育たなくなった例も数多くある。汚染から無害の環境作りは人にも植物にも欠かせないものである。

＊

以上病虫害発生の原因である「代謝系の狂い」を起こさせるストレスやアンバランスを説明したが、それらのストレスをなくしアンバランスを調整しただけでは、高収量高品質を維持しながら無農薬またはそれに近い減農薬を実現するのは容易ではない。普通なみの収量をめざすなら、ストレスをなくし土壌の矯正と適正な施肥で、相当な減農薬栽培が可能である。しかし、結実や養分貯蔵に莫大なエネルギーの要る高収量を、無農薬～超減農薬でめざす場合は、従来の技術だけでは不十分である。慣行農法ではできなかった無農薬か超減農薬を実現しながら、高品質、高収量を維持し、更に低コストを目標とするのが、次の「生理的防除」に基づく新総合技術である。

大事なのは、新技術3点の前に、各種ストレスを抑えるために、慣行技術に基づく前述の生育6条件を最適にする栽培条件すなわち環境作りがあり、その後に新技術が続く、という点である。

1：環境作り（光、温度、水、空気、養分、無害）
2：光合成を高める高度技術
3：土作りの高度技術と慣行技術
4：施肥の精密設計
5：BIL法（生物的許容水準－病害虫発生密度に応じて農薬散布をする）の施行

この技術の詳細は後述するが、約50種類の栽培作物に、上記高度技術2点の個別効果及び全点を実施した総合効果の再現性は、きわめて高いものである。

2. 植物の生命力を生かす実例

(1) 樹勢の衰退と病気 ― 土と根と生命力

もう15年以上も前のことである。サンパウロ市から約70km離れたマイリンケという町に門馬さんという日系の篤農家がいた。周辺にはたくさんの日系人がいてモモを栽培しており、門馬さんは大農家でこの村の指導者であった。

その頃、私は暇があれば篤農家を尋ねていろいろ教えてもらい、こちらからも役立ちそうな情報をお伝えするという日常であった。そんなある日、門

馬さん宅にお邪魔したとき、モモの樹脂病で困っているんだが何とかならないかという話になった。樹脂病というのは、幹からヤニ（樹脂）がにじみ出て、木が次第に弱っていくモモの代表的な病気の一つである。これは石灰を根から吸収できず、カルシウム不足になって起こる病気のため、普通は石灰を散布して解決する。門馬さんも農協の指導で石灰をやったがパッとした結果がでない。そこで私に相談ということになったと思う。

土には石灰がタップリ入っている。それなのに石灰不足にかかるのは、根が吸収できないからである。その原因は、(1)吸収根が少ない。(2)土の通気性が悪く、根が酸素不足となる。(3)地上から吸収エネルギーのもとである糖分が送られてこない。(4)樹齢が進んで根が老化している、などである。

モモ園にはいって診断してみると、原因は(1)と(2)であると思われたので、私の会社で作っているリブミンという土壌改良剤を散布することにした。これは、疲れた土の粘土がバラバラになってコロイド状となり、空気の通りが悪くなっているのを改善する。この改良剤を1m²当たり100g散布すると、分散していた粘土を再び凝集して土の粒子の間に隙間を作り、空気と水の通りをよくするのである。植物の根は、根から吸った酸素で地上から送られてくる糖分を燃焼分解して、水や養分を吸収するエネルギーを得ている。またリブミンの主成分である草炭由来のリグニンフミン酸石灰は発根作用もある。

1年が経ってみると、ほとんどの木の樹脂病が治っていた。門馬さんが農協に知らせると、すぐに平松さんという技師が飛んできた。平松さんは当時日系社会の三本柱といわれていた南伯農業協同組合の主任技師で、落葉果樹にかけてはブラジルの第一人者であり、輸出用ブドウの主流となっているイタリア種の育ての親であった。門馬さんの話では、平松さんは木の回復ぶりをみて驚いたが、すぐに鍬をにぎって土を掘り起こし説明したという。回復した木の土は細根が多く、掘り起こした土塊が崩れないが、そうでない木の土塊は細根が少なく、簡単に崩れてしまったのである。平松さんの技術指導は有名で、いつかお目にかかりたいと思いながら、ついに会えないまま亡くなられてしまったが、この人のおかげでリブミンは組合員のあいだに相当広範囲に普及した。

同じ問題が8年ほど前に持ち上がった。グアピアラというサンパウロから

約250km離れたモモの産地である。会社の技術員が訪問した時、Sさんのモモには樹脂病が多発していたという。この人はリブミンを知らなかった。平松さんが退職されてからは、農協は化学肥料と農薬の販売には熱心であるが、土壌改良剤などというややこしいものを勧める技師がいなくなったのか、農協は取り扱わなくなっていた。このSさんのモモ園でも1年で罹病樹の75%以上が回復し、2年目にはほぼ完全に回復した。この時は、リブミン以外に光合成を高める生理活性剤アミノンを併用した。

ある日、このSさんのモモ園に農協の技師がやってきた。木の幹がつやつやしているが油か何か塗ったのか、と尋ねられてSさんが大笑いしたそうである。

表裏一体という言葉があるが、葉や枝、幹の状態を見れば、根がどんな状態かも分かる。

ほんのちょっとしたこと、疲れきった土の、空気の通りを良くすることがいかに大切かという一例を紹介した。私の農業人生での忘れえない人生の一齣である。

(2) 植物の治る力 ― 生命エネルギー

12年ほど前のことである。ある日風采のりっぱな、しかし親しみのある好感の持てるブラジル人紳士が私の事務所に現れた。この紳士Aさんは自己紹介の後、「実はフェイジョン豆の病気で困っている、色々なところに問い合わせたが治療法が分からない。あなたのことを農業雑誌で知ったので、相談にきた」ということである。フェイジョン豆はブラジル人が常食にしているインゲンマメの一種である。

どんな病気かと思って、根掘り葉掘り問い正してみたがよく分からない。そのうちに、とにかく来て見てくれないかということになった。私も興味津々であったので快諾し、翌日出発した。サンパウロから600km離れたミナス・ジェライス州の首都ベロ・オリゾンテ市から、更に500km北上した奥地にあるジャヌアリアが、行き先の小さな町である。ベロ市空港に着いてみると、いつも空港に待機しているはずの小型飛行機タクシーが運悪く全機出払って一機もいない。Aさんはタクシーで行こうと即決し、大型タクシーで走

りに走ったが7時間もかかってしまった。

ここは、1万ha以上もある大農場である。この農場の謂われがなかなか面白い。20〜30年前に植林をすれば所得税を減税できるという税制が大受けした時代があった。Aさんはここに目をつけ、この恩典を利用したい企業の植林を請負い、一儲けしようと企んで手に入れた土地である。したがって地形は平坦であるが、草もまともに育たず、曲がりくねった2〜4mの灌木がまばらに生えている砂漠化一歩手前のような痩せ地である。数年間、Aさんがこの事業で大儲けした後、この税制が廃止された。そこでAさんは灌木を切って炭を焼き、製鉄会社に売ることにしたが、これはたいして儲かる仕事ではない。そこで農業者というより事業家であるAさんが思いついたのが、北米式の大型トラクターと大型灌水機による、機械化化学農法での穀物大量生産であった。

痩せ地ではあるが、石灰で土の酸性を矯正し、肥料をやり、乾季に灌水すると、穀類は肥沃地におとらず良くできる。

Aさんは、センターピボーという、一度に113haを灌水できる大型自動灌水機を10機購入した。こうして穀物大増産が始まった。作物は、トウモロコシとフェイジョンである。これらの作物栽培ではブラジルで第一人者といわれる技師の指導で、好調なスタートであったが、数年してフェイジョン豆に問題が出始めた。ブラジル中の専門家に問い合わせたが、解決できず、万事窮すの格好で訪れたのが私の事務所であった。

現地に着いてみると、何しろ一機で113haを灌水できるセンターピボーが10機設置された大農場である。見渡す限りの豆畑で、圧倒された。見事というほかはない。

問題の発芽して1〜2週間のフェイジョン畑に足を踏み入れ、幼苗を抜いてみると、どれも根が褐色に変色している。根がないと同じ状態だから生育は本葉1枚で止まったままである。こんな経験は私も初めてだが、瞬間的に生理活性剤が頭にひらめいた。私の開発したアミノンを20haに散布してもらうことにし、病原菌の鑑定のため、サンプルを持って私はサンパウロに引き返した。

数日後Aさんから連絡があり、散布区は新芽が伸び始めたので600ha全部

に散布したいと言う。私の方からはサンパウロの生物学研究所植物病理部の検査では病原菌はFusarium spp.であったことを報告しておいた。ちなみに、このカビ菌はどこの土にもいるただの菌である。

約1カ月してAさんに同行、再度訪問した。フェイジョンの幼苗は見事に回復し、生命力に満ち満ちていた。抜いてみると元の根は主根まで腐ってなくなっているが、根もとの土中からたくましい真っ白な新根が数本でていたのである。

Aさんの運転するジープで見て回っていると、ところどころに枯れかかった場所がある。訊いてみると、除草剤を2回散布した場所だという。普通除草剤は発芽前処理の1回散布であるが、そこは雑草がまた生えたのでアミノン散布後に発芽後処理用の除草剤を追加散布した場所である。ここにはアミノンの効果はまったく見られず、枯死寸前の哀れな状態になっていた。

ここにいたって、私はこの病気の原因はFusarium spp.ではなく、除草剤であることを確信した。このカビはどこにでもいる微生物で病原菌ではない。除草剤のストレスで幼苗のエネルギーレベルが低下して植物が本来持っている防御能力がなくなり、普通の微生物が病気を起こしたと考えてよいと思う。地力のあるところなら耐えられる除草剤ストレスも、連続の耕作で有機物が消耗してしまったために、より強烈なストレスとなり、防御機構が失われ、普通の菌にまで侵されるようになったのであろう。後日驚いたことに、この畑は普通の平均収量ha当たり2tに対し、4tという高収量を記録した。この事実は一見不可解と思われるであろう。しかし、1年生植物は、発芽後の1〜2週間の生育初期に水分やチッソ飢餓の軽いストレスを受けると、最後には逆に結果がよいと言われる。筆者の経験では病虫害による生育抑制も、最後にはかえって良い結果を生むことが多い。

それから間もなく同じフェイジョン豆で別の農家から相談を受けた。すでに20cmほどに成長し、多数の蕾を着けている。葉には艶がなく、生長は止まり、日中は葉が萎れ夜には立ち上がる。このままでは収穫はゼロだろうと農場主はいう。根を抜いて調べてみると、上記のFusarium spp.の後遺症のようである。アミノンの散布でこの畑も見事に立ち直って、大変喜ばれた。

これらの経験から、私の助手である技師たちは、アミノンの葉面散布で幼

植物に生命エネルギーを与えることによって、多数の農場を救うことができた。

成木のよい例は果樹園である。私の経験ではオレンジとコーヒー園である。どちらも十数年経つと老化してくる。老化現象は生命エネルギー低下の結果であり、どの生物も避けて通れない道である。それは最初に葉に現れる。艶がなくなって垂れぎみになり、先端の葉は小さくなる。植物の地上部と地下部とは表裏一体といわれるが、この言葉を頭において植物をよく観察してもらいたい。葉に艶がなくなった時には、毛細根も出なくなる。毛細根がなくなると葉に艶がなくなる。次には細根群が減り小枝が細くなる。ここまでくると収量は落ち、品質も悪くなる。幹も艶がなくなり、蘚苔（コケ）類の寄生が始まる。この頃にはオレンジではカイガラムシの多発と葉の病害、コーヒーでも色々な害虫や病気が目につくようになる。

普通オレンジの経済年数の寿命は20～25年、コーヒーは切戻しと管理技術によって15～30年と大差がある。老化現象が目につき始めるのはオレンジでは8～10年、コーヒーでは6～7年である。老化現象の初期の樹齢ならば、植物生育の6条件、つまり生育環境をまずまずの線に整えれば、アミノンの定期散布1～2回でコケ類はなくなり、作物は生気を取り戻す。さらに「生理的防除」の技術を使えば平均以上の収量と品質を維持しながら、経済年数も普通以上に永らえることができる。これは理屈ではなく、多数の農園での私と技師たちの体験である。

経済効果を抜きにして、放置されたオレンジやコーヒーでも多くの実験と観察をくりかえした。上記のパターン以外に、亜熱帯～熱帯圏のオレンジに多い病気にレプローゼというヴィルス病がある。落果から始まり、落葉、小枝の枯死、2～3年で大枝も枯れて放置される。これらの農園にアミノンを中心にした回復処置を施すと、例外なく生き返り、新芽が出枝が伸び始めるのである。

コンサルタントとして印象に残っているのは、大農場での500万本という大量のコーヒー苗の救済である。発芽して約2カ月の苗はすでに30%以上も苗立枯病や斑点病、ハモグリガの幼虫の被害を受けている。農薬を毎週散布しているが収まらず、今から蒔き直しでは植付け時期に間に合わない。この

時は、農薬と肥料は一切使わず、フミン酸系の土壌改良剤を表土に振りまき、微量要素とアミノンの葉面散布で見事に回復させることができた。新しく出てくる葉には病気や害虫が全然つかず、5カ月後には普通の苗以上に良い苗が育っていた。

仕事を離れての体験では自宅の庭園のツツジ。庭に植えた高さ70〜80cmの数本のうち2〜3本が枯れた。残ったものも幹には蘚苔類（コケ）がつき、葉は小さく、鉄欠乏症が顕著である。根が褐色になり、吸収力がなくなっているのは、掘ってみなくとも分かる。庭の手入れには無関心の私も、これは何とかしなければと思うようになった。果樹園でのアミノンの効果を思い出し、根の回復を目標に、2週間おきに散布することにした。2カ月経つと新芽が幹からも吹きだし、蘚苔類が落ち始めた。更に2カ月経つ頃には、コケはすっかりなくなり、幹は生き生きとした茶色に変わっていた。すっかり元気を取り戻してから5年以上になるが、何もしないのに健康なままである。

28年前買った農場に1本の西洋ナシの木があった。幹の直径は30cmほどであるが、外皮を残し中は空洞である。そのためかろうじて生きているものの、細い数本の枝にパラパラと葉がついているといった情けない姿である。花もポツポツと咲くが実のなったためしがない。ある年の秋ふと思いついて、協和発酵製のコンプリヒューマスという特殊な有機化成肥料500gを、幹の周辺10m^{2}に散布した。すると翌春には葉の数は数倍に増え、咲いた花は落ちず、実になったのである。たった1回の散布でこの状態はその後数年続いていた。

これらの経験から、私は植物にも人間と同じように治る力、治癒力があることを知った。

植物の6つの生育条件、つまり、光、温度、空気、水、養分、無害、の環境つくりをするだけで、病気や害虫からの防御能力は相当高くなる。しかし治癒力が動き出して病気が治るまでにはなかなか到達しない。それには、生命エネルギーに活力を与える必要がある。その一つがアミノンであった。生命を支配するDNAは蛋白からなり、優れた蛋白のコラーゲンをアミノ酸にまで加水分解して、葉から吸収されるようにした生理活性剤アミノンが生まれたのは数多くの実験を重ねた試行錯誤のたまものであった。

今では生命エネルギーに活を与える物質は数多く発見されている。色々なアミノ酸原料、植物抽出液、岩石抽出液、水溶性二量体鉄塩、暖流と寒流のぶつかる深層海水、など。これらの民間農法は次第にその地位を確保しつつあるが、しかしこれをどう生かして治癒力に結びつけるかは、これにたずさわる研究者の使命ではなかろうか。

(3) 植物の防御機構と治癒力

筆者は、無農薬技術の実践に入るにあたって、その成否を分けるカギは、植物が本来持っている防御能力、治癒能力を信じるか信じないか、にあると思う。

現在、世界の農業界を支配しているのは、「無農薬で人類に必要な食べ物の量を確保することはできない」「無農薬で作物を守って栽培することは不可能」という発想である。このようなペシミズム的な思考から生まれる、病虫害の防除即農薬という直結した技術では、次々と現れる新病害や害虫の農薬抵抗性の問題は永久に解決できないものである。

ところが、植物は本来、すばらしい防御能力、さらに侵された病害から立ち直る治癒力も持っている。前項の「植物の治る力－生命エネルギー」に述べたように、農薬を散布しても防除しきれず病虫害のために放棄された農園が、本書の新技術で生命エネルギーを強化することによってみごとに立ち直れるのである。また、枯れるのを待つ状態の庭木や果樹も、同じ手法で見事に生き返ってくる。そこで紹介した数百haの豆畑の救済など、新技術の効果は高いが、これらの好結果は、自然の法則に基づいて、植物の持っている治癒力を手助けしたにすぎない。

次は防御力について。筆者の助手のR技師は、6カ月の間、培養土開発のために、毎週多数のトレイに野菜の種を蒔き、1カ月間その生育を観察しているが、ハウス内で病虫害の発生したことがない。したがってR技師は育苗には病虫害は出ないと信じている。光、温度、土壌、生育環境を整えるだけでハウス内なら病虫害が発生しないのが普通である。ところが農学校に問い合わせると、予防のために農薬の定期散布は必ず行うという。これでは実習する生徒たちに、この段階で、農薬散布は必須技術、と教育していることに

なる。

一例として、ナス科の特定病害べと病について考えてみよう。バレイショでは小さなイモがみられる40〜50日までは、発病しないのが普通である。トマトも小さな実がなる40〜60日までは病気は出ない。これまでに発病する場合は、生育の環境づくりができていない、といってよい。春蒔きは、バレイショなどほとんど無農薬で栽培できるが、秋蒔きには数回の無機銅剤の散布が必要となる。ここでは生命エネルギーと防御力の関係が観察される。エネルギーに満ちた若い間はなかなか病気を寄せつけないが、結実成長に入ってエネルギーレベルが低下してくると、発病しやすくなる。また春先の、たいていの植物の生命エネルギーが上向きの時は発病しにくい。

つまり、エネルギーに満ちた植物は、生育環境がよければ最高の防御力、治癒力を発揮する。この事実、自然の原理を信じるか信じないかで、病虫害に対する防御技術はまったく違ったものになる。すなわち、信じる者にはその求める技術は限りなく無農薬に近づくが、信じない者は限りなく新農薬を求め農薬漬けになるか、の分かれ目となるのである。

第 2 章
「生理的防除」に基づく新総合技術の実際

近年世界の農業は、基本技術が植物生育6条件であることを忘れ、目先の利益追求に狂奔してきた。肥料や農薬のメーカー、販売会社はより多くの資材や新農薬を販売することを目標とし、農産物流通の主導権を握る農協もこれに追従してきた。

その結果が、農薬肥料への過信→地力減退→収量品質の低下→病虫害の発生多発→農薬散布→人体と環境への汚染、を招くことになった。

農水省もおくればせながら1994年、環境保全型農業技術指針を発表した。本指針では、横断的技術として、土づくり、施肥、防除、作付け体系、リサイクル（家畜糞尿、農作物残渣、食品産業副産物、などの農地への還元利用）を取り上げ、今後作物別、経営体類型別に作成する、と記述されている（概説　環境保全型農業技術）。

現状の誤った農業技術を是正するための指針として大いに役立つものであり、各地域の営農条件に応じた多様な応用技術の展開が期待される、と述べられているが、半面何かものたりない感じがする。それは何かというと、環境保全型技術は行きすぎた現在の技術体系をまともなものに戻そうというのが基本で、品質、収量、減農薬の改善について、飛躍的に効果をあげる新技術が紹介されていないからであろう。筆者はこれに対する技術を高度技術と名づけて、下記の「高度技術　その1、その2」で紹介する。

1. 基本技術の第一は生育条件の整備

植物の生育に必要な条件は、光、温度、空気、水、養分、無害、の6つである。これらが最適の条件にあれば植物はすばらしい能力を発揮する。

例えば光は強すぎても弱すぎてもいけない。個々の植物に適した照度の範囲がある。温度も一定の範囲内でのみ、正常な生育ができる。

土中や水耕液中の空気（酸素）が不足すると、植物は水も養分も吸収できず、まともな生育はできなくなる。

土中や水耕液中の養分、あるいは施用される肥料の量は多すぎても少なすぎてもいけない。

最近は、植物に有害な物質による生育障害が多く見うけられる。一番多いのは、ハウス内での塩分の蓄積による塩害である。また前作に使った除草剤の残効で収穫がゼロになった例も少なくない。つまり無害ということも、生育に不可欠の条件なのである。

これら6条件が、バランスよく最適の条件に整い、植物の生命力が解き放たれ自由に発揮できるようであれば、ハイポニカ農法のトマトのように、無農薬で1株から1万2千個の実を収穫することができる。

したがって、基本技術の第一は、以上の6条件を適正範囲内に整えることであると言える。そのために、上記の「環境保全型農業技術」に記載されている土作り、施肥、防除、作付け体系、リサイクルの技術は、防除の項を除いて活用すべきであると思う。

第二は高度技術を積極的に利用することである。その1：光合成を飛躍的に促進する。これには酵素作用（主としてRub·P·Carbo-xylase）を高める生理活性剤を使用する。その2：既耕地の疲れきった土壌の回復は堆厩肥だけでは不十分である。表土、下層土の通気・透水性、化学性、生物性の大改善に、土壌改良剤（リグニン・腐植酸石灰）を施用する。その3：最適の栄養バランスを得るため、微量要素を含めた施肥設計をする。

これらの高度技術は難しいものであってはならない。どこでも、誰でも、大面積でも小面積でも、簡単に、少ない経費でできなければならない。

1972年以来、研究と資材の開発を続けてきたが、植物生育の6条件を整え、以上3点の高度技術を使えば、従来の栽培技術の限界を越える高い収量と品質を得られることが明らかになった。今までに約50種類の作物に応用してみたが、本技術の再現性は高く、効果が見えないと思われる場合は、観察が十分になされていないか、使用法の間違いか、何か他の要因によるものといってよい。

2. 高度技術　その１：光合成を飛躍的に高める生理活性剤

(1) 生理活性剤アミノンの特徴

①アミノ酸系葉面散布剤

生理活性物質とは何かと言うと、「ある化合物を生物に与えたときに何らかのレスポンスが見られる物質と定義できよう」(山下恭平)。一般に生理活性物質の作用は、それを対象生物に与えた時に起こるレスポンスによって判断される。しかし、なぜそのようなレスポンスが結果として現れるのかという分子レベルでの機構は不明なものが多い（山下恭平)。

植物、動物、微生物の中に含まれ、またはこれらが生産する生理活性物質には、生長促進物質、生長抑制物質、発根促進物質、花芽誘導物質、成熟促進物質、植物ホルモン、昆虫ホルモン、他感作用物質、各種のフェロモン、防御物質（フィトアレキシンなど)、抗生物質、有毒成分（外敵に対しての)、など数多く発見され研究されてきた。

植物生産に有利な結果をもたらす生理活性剤は、数多く民間の研究者で開発されてきた。植物抽出液、岩石抽出液、微生物発酵液、特殊構造水、などがある。

1975年頃より筆者は天然物質を原料とした生理活性剤の研究と実用化を考えて実験を重ね、1980年に発表したのが葉面散布剤アミノンである。その後も市販されている葉面散布剤のなかでも著名な製剤（植物抽出液、動物蛋白分解物、微生物及びその発酵液、岩石抽出液、などを原料とする）と比較検討してきたが、研究対象としての生理活性剤ではアミノンがその代表として適切であると考え、植物が生理活性剤アミノンに対してどのようなレスポンスを示すのかを中心に、さらに実用化を目標にした研究結果を以下に記述した。

アミノンの実用化には、(1)農業生産に有利なレスポンス（最終的には品質向上、収量増加、コスト軽減）のあること、(2)安価であること、(3)使い方が簡単であること、(4)大面積でも小面積でも使えること、を前提として開発した。

アミノ酸は周知のように、施用量が多いと有機肥料の働きをするが、肥料としてではなく生理活性剤としてどの程度の散布量が適量かというと、下記のような植物体の反応が顕著に現れ、かつ経済効果の高い散布量は、一年生

作物、永年作物を問わず、アミノ酸総量で、葉面散布の場合200g～1,200g（10a）であろう。

②病虫害の発生メカニズム

自然を観察して気づくことは、自然林や原野には病虫害がないということである。葉や土中には驚くほど多くの微生物や土壌生物がいるが、多数かつ多種類の生物が均衡を保ちつつ生きている。あるアメリカの研究者はアマゾンの原始林の土中には、1平方フィート（3.28フィート＝1m）当たり15,000匹のトビムシその他の土壌昆虫、ダニ類、ミミズなどが生息すると発表している。これら、地上の動植物の遺体は多数の土壌生物によって咀嚼分解され、さらに土中の微生物によって植物の根で吸収されるまでに分解され、植物の養分となる。動物、植物、微生物がお互いに補い合い助け合いながら、環境や生命を維持している自然生態系を観察すると、そこに「平均と調和」という大きな法則が働いているのが分かる。自然の原野や森林には、栽培畑で起こるような病虫害の大発生は存在しない。生命力のなくなったものから昆虫に食害され、微生物に分解され、地上から消え去っていく。

栽培畑では前述の植物生育の6条件のうち、1つないしいくつかが不適な状態にあると、それらが植物にはストレスとなり、代謝系が狂って生命力が低下する。ここで、生命力の低いものは滅びるべきである、という神の摂理（自然の法則）が働き、昆虫や微生物の登場となるのである。

昆虫がなぜ害虫に変身するのかを証明したのは、フランスのパストール研究所の植物生理学者フランシス・シャブスーである。同氏はトウモロコシのシンクイムシの抵抗性品種になぜ虫がつかないかを研究し、その差が遊離アミノ酸の含有量にあることをつきとめた。そこで抵抗性品種に多量のアミノ酸を与え、その結果抵抗性がなくなることを確認した。また施肥の誤りでいろいろな作物の代謝系が狂い、アミノ酸が蓄積して病害虫発生の原因になることを証明し、トロフォビオーゼ理論と命名した。チッソの代謝は、根から吸われた無機態チッソがアミノ酸に合成され、さらに蛋白になるが、この水溶性の遊離アミノ酸が絶好のエサなのである。代謝系が正しく働いていると蛋白合成が速やかに進むため、汁液中に無機態チッソやエサである遊離アミノ酸が少ないが、狂っていると遊離アミノ酸が増え、病原菌や害虫が増える

のである。

以上のように遊離アミノ酸が増え病虫害増大の原因となることは、栄養のアンバランスだけでなく、農薬散布によっても起こることをシャブスー氏は証明したが、筆者はその原因となる要因は、第１章で説明したように大きくわけても6要因はあると思う。一例をあげると、10aのブロッコリーの畑に数本だけビッシリと、株当たり数百～1,000匹のアブラムシに覆われることがある。その周辺の株には少しいるが、数m離れると1匹もいない。このような株を抜いてみると、根際を農機具で傷つけたか、根に障害があるなど、必ずといってよいほど、代謝系を狂わす原因が見つかるのである。モモ園を中耕して細根を切ったため、その場所だけにハダニが大発生したなど、種々のストレスのため遊離アミノ酸が増え、虫害を招いてしまった実例が数えきれないほどある。

第二の理由は、ストレスによる生命力の低下により、植物が本来持っている防御システムが働かなくなるためである。病原菌に対する防御システムは、奥八郎氏がその著『病原性とは何か』の中で、静的抵抗性と動的抵抗性として詳しく述べられている。昆虫に対しても忌避物質や有毒成分などの生理活性物質の存在が知られている。

私は20年近くの体験から、病害虫のエサを減らし、防御システムの機能を高めるには、光合成を促進して生体エネルギーのレベルを高めるのが一番効果的と見ている。そのために開発されたのがアミノンである。すでに病害虫に侵されている畑に散布してその回復状況を観察すると実に良く分かる。

(2) 植物体の反応

アミノン-25の機能の最たるものは、光合成能力の促進である。後述のように、セル苗育苗では、28日間で生体重が50～70%増加し、レタスやチコリーの本圃でも、10～20%収量が増えているが、これらは明らかに肥料その他の要因ではなく、光合成能力が促進された結果による生体重の増加、といってよい。

また、植物体には次のような現象が、強く或いは弱く現れるが、これらはすべて、光合成促進の結果として、2次的に現れる現象と考えられる。

＊

1－チッソ過剰の解消。日本のレタス生産で有名な或る農協の試験では、普通1,100～1,500ppmもある硝酸態チッソが、散布区では800ppm前後に減少した。対象区に比べて苦みがなくなり、旨味がでた。

2－発根の促進と根量の増大。とくにハウス育苗では、挿し芽、挿し木、種子からの育苗で、対照区と比べて根の質と量の大きな差を観察しやすい。地上部の発育もよいが、茎が太く、葉も厚みがでる。ホルモン剤よりも発根は少しおそいが、連続的に根の発育が進むので、育苗後期では追い越してしまう。

本圃の作物でも細根、毛細根が増える。

3－根の老化が少ない。そのため、トマトやキュウリなど収穫期間が延長され、増収となる。

4－発芽促進。この場合も発根の場合と同じく、落葉果樹ではホルモン剤よりも発芽そのものは少し遅れるが、展葉期までに追い越してしまう（ブドウ）ことが観察されている。

5－葉の色が鮮やかになり光沢を増す。葉の表面の凹凸が大きく、厚くなり、やや小さく、葉辺はトユ型に反りぎみとなる。

6－成葉、葉柄が立ち上がりぎみ、開張型となる。露地栽培のスイカやメロンでは散布数時間後には茎先端の立ち上がりが認められる。大豆でも、そのため太陽光線が内部まで浸透し、照射を直接受ける葉の面積が増えるのが、多くの生産者によって観察されている。

7－節間がつまり、開張型となるためか、草丈がやや低くなる傾向がある。ブドウでは茎の角度が稲妻型となる。

8－花弁、萼ともに大きく、反り返る。コーヒーでは開花直前の1回散布でも花の大きさが違う。

9－花粉の量が増える。種子会社Agroflora（現サカタ・ブラジル）社では、トマト交配種で花粉の採取量が100%増え、種の生産量は70%増加した。香りもいっそう強くなる。種子の数が増えると、実は大きくなり、形が良くなる。

10－受精率が良くなるので、落果が減る。

11－トマトやナスでは、生長点の毛が多く、固くなる。キュウリの巻きひげが強くしっかりと支柱に巻きつくようになる。

12－炭素率を高める。数回散布された場合、茎葉のチッソ過剰の症状がでない。生食用ブドウの場合、通常はチッソ肥料を減らすことによって炭素率を調節しているが、アミノン散布では炭酸同化作用によって炭素と酸素の吸収を高めて炭素率を調節する。両者の差は大きく、前者では糖度の高い高品質を保つには、収量を抑えることになるが、後者ではチッソを減らさず高収量を維持しながら、糖度の高いものを収穫できる。

13－貯蔵養分の増加

13.1－特に澱粉含量の増加が大きい。トウモロコシの栽培では、子実収量が増えただけではなく、澱粉含有量が対照区に対し散布区は増加したとの報告がある。バレイショ、小麦では澱粉含量が増え、比重が重くなる。

13.2－糖分や有機酸の含有量が増す。そのためか、果物だけでなく、野菜、果菜、根菜にも旨味が増す。

13.3－接ぎ木の際、台木、接ぎ穂とも澱粉ヨード反応が高くなり、活着しやすくなる。

14－貯蔵性の向上。葉野菜だけでなくトマト、キュウリやニンジンなど、長時日萎れない。最も効果の高いのは、モモや熱帯性リンゴ（アンナ種）で腐敗が始まるまでの期間が2倍となった。中生、晩生のリンゴでは1カ月貯蔵期間が延長された。ブラジルで常食されるフェイジョン（インゲンマメの一種）では1年貯蔵したものでも、ニュークロップと同じようにすぐ柔らかく煮える。

15－果実の色が鮮明に出る。とくに赤色が強くなり、着色期も早くなる。

16－収穫期が7～10日早くなる。

17－完熟するまで落果しないので、収穫期が延長される。アンズでは通常の収穫期より1カ月延長された報告がある。

18－耐乾性が増す。雨不足の時、最初に萎れるのは無散布区である。4カ月の長期旱魃のあった年、熱帯小麦の収量が1/4に減収したが散布区では30%の減収にとどまった。

19－耐寒性を増す。軽い降霜の時は、散布区では被害を免れる。春先の生育初期、急に気温が下がると発育がピタッと止まることがある。こんな時に散布すると、すぐに立ち直って生育を始める。開花始めに急な低温が続いても、散布区は正常に開花することが多い。

20－生育の均一性。生育ムラが少なくなる。ワタは1本1本の草丈の揃わない作物であるが、散布区はみごとに草丈が揃い、車で走りながら見てもその差がわかる。バレイショでは特大イモや小さな小イモが減り、大きさのバラツキが減る。また芽の窪みが浅くなる。バレイショ、ニンジンなど、根の表面の凹凸がなくなり、形が良くなるだけでなく、表皮が滑らかになりつやがでる。穀類（大豆、インゲンマメ、小麦）も粒揃いがよくなる。アズキ、インゲンマメでは煮えムラがなくなる。

21－病虫害が減る。

(3) 害虫に対する効果

アミノンは殺虫剤ではないが、虫のエサをなくして餓死させるので、殺虫剤と同じかまたはそれ以上の効果のある場合が多い。ハダニが特定害虫である作物、たとえばワタ畑を数百haも殺ダニ剤なしに栽培するのは不可能といってよいが、アミノン散布では簡単にできている。

例１：筆者の最初の体験はワタ農場であった。その農場は150haあり、その中の約13haに生育後期にハダニが大発生し、殺ダニ剤で防ぎきれず、放棄せざるを得なくなっていた。この畑にアミノンを散布し、10日後に調べると、1葉平均300匹以上いたのが5～15匹に減り、再び新芽が伸び始めた。

TECHNES社の関係農場には、ハダニ防除に殺ダニ剤を散布する農場はない。

ワタは生育初期より、ハダニ以外にスリップス、アブラムシ、カメムシ、シャクトリムシ、その他防除の困難な数種の特定害虫（蛾）があり、7～10回の殺虫剤の散布が普通である。有名な700haの大農場では、毎年アミノンの5回散布で殺虫剤の散布は0～1回となり、収量も従来よりも20%の増収が続いている。農薬では大面積ほど防除が困難

であるが、アミノンでは大面積ほど効果が高いという良い一例である。

ある農場のワタ畑にシャクトリムシが大発生した。アミノン-25を1回散布した畑では、葉にポツポツと小さな穴があく程度の被害（収量には影響がない）であったが、同じ畑で散布液がなくなり散布できなかった畝では、葉脈しか残らないほど食い尽くされてしまった。

例２：新植1年後のコーヒー。ネカイガラムシが大繁殖して生長が止まり、特効薬と言われる浸透性の殺虫剤を使っても全く効果がない。アミノンを土壌灌注し、葉にも散布した結果、2週間でほとんどいなくなって生長を始め、後日完全に回復した。

例３：ブラジルのバイア州ポスト・ダ・マッタからテイシェイラ・デ・フレイタスにかけてのパパイヤ大栽培地域では、アミノンは殺ダニ剤として理解され、10年以上継続して散布されている。

例４：イチゴはほとんどの畑で殺ダニ剤なしに収穫できるが、発生した場合でも栽培末期のみである。1カ月収穫期間が伸びるために相当な増収となる。ミナス州南部の栽培地帯では、毎週の散布が定着している。

例５：約500haのオレンジの大農場。ヤノネ、コナ、マルカイガラムシなど数種のかいがら虫が発生し、特にヤノネカイガラムシはどの葉にも十数匹以上いる高密度であった。アミノン-25の20日おき2回の散布で、後には農薬散布の必要がないほどに減少した。

例６：コーヒーの特定害虫に大型のハモグリガがある。この害虫に使う殺虫剤の販売利益はコーヒー生産者組合の重要な財源になっているほどであるが、高品質と増収のためにアミノン-25を定期散布している農園では、誰も殺虫剤を散布していない。

例７：野菜の絵描き虫と言われるハモグリガやハモグリバエなど、散布を始めた時期よりあとに生育した葉は食害されない。

＊

アミノン-25で防除できない害虫もある。それは果実吸蛾類とチチュウカイミバエである。あまりにも害虫のエサとなるアミノ酸が多すぎ、餓死に追い込めないからではないかと考えられる。

細胞分裂を繰り返し、常にエサである遊離アミノ酸が送られてくる生長点

（新芽、花蕾、肥大中の果実）にすむホコリダニ、サビダニ、スリップスなどにも効果が低い。菊のハウス栽培では、スリップスを殺虫剤なしに被害ゼロとするのに2年を要した経験がある。

また、落葉果樹の収穫後では、光合成の役目を終えた古い葉から、梢、幹、根に蛋白の転流する時期がある。この時期には、古い葉の中の蛋白が再び水溶性の遊離アミノ酸に戻り、虫のエサが増えるので、ハダニをはじめ、昆虫の食害や病斑が増える。これは、役目を終えた生命体を消し去り、他の生命体を育む自然の摂理と思われる。この場合アミノン-25を収穫前に数回散布していれば、落葉を15日～1カ月伸ばすことができる。

(4) 病害とその防除

まず、病原性とは何かについて考えると、非生物性病原と生物性病原に分けられる。非生物性病原とは、次のような因子が原因となって、色々な生理病を引き起こす。

1－ 生育に不適な土壌条件：温度（土中）、湿度、酸度、通気性、硬度、有害物質、養分のアンバランス、など。
2－ 生育に不適な気象条件：光、気温、空中湿度、風雨、雹、など。
3－ 物理的障害：主として農作業による断根、その他。
4－ 薬害、公害。
5－ 施肥のアンバランスと過不足。

これらの生理病や生理障害は、アミノンの散布によって回復することが多い。事前に散布してあれば、低温障害や軽い霜害は予防できるし、雹害や薬害などの事後散布でも回復が極めて早い。

また、1～4のストレスによって新陳代謝に狂いを生じた場合、生理病や生理障害の症状が出てなくとも、ただの虫が害虫に変身し、ただの微生物が病原菌に変身することが多い。なかには、ある作物には必ずといってよいほど発病するので、本来は特定病害ではないのに、特定病害とされ、防除暦に組み込まれているものも無数にある。これらはほとんど全部が条件的寄生菌（ふだんは腐植に養分を求めているが、条件によっては生きた植物を侵す菌を言う。抵抗力の弱い幼苗を侵す土壌病原菌には条件的寄生菌が多く、一般

に宿主範囲は広い；奥八郎）であり、1～4のストレスをなくすだけでも条件的寄生菌による病害は激減し、アミノン散布の追加によって無農薬または超減農薬栽培を実現できる場合が多い。

本来、昔から特定病害とされているものでも、上述の条件的寄生菌や、殺生菌（宿主細胞を強力な毒素や酵素で殺して腐生的に栄養を摂取する）は1～4のストレスをなくした好適な栽培条件では、病原菌の種類により、無機銅剤か硫黄剤とアミノンの混用定期散布だけで、高価な浸透性あるいは選択性殺菌剤など使わなくとも効果的な防除ができる。

ヴィルス病や土壌病害を除いて、最も防除困難な絶対寄生菌（生きた細胞のみに寄生する）による、うどんこ病、べと病、さび病菌なども、好適な栽培条件下では、高度技術1、2、3、及び4を実施すれば、高価な浸透性もしくは選択性の殺菌剤を使わずとも、銅剤及び硫黄剤とアミノンの混用定期散布で十分防除できる。

絶対寄生菌のなかでも、マメ科、イネ科、コーヒーのさび病は完全無農薬で防除できる。これは、「生理的防除理論」の正当性を裏づける一例と言える。

*

要するに、好適な栽培条件下（特に、土壌管理と施肥の技術は病害発生と重要な関係があるので後述する）では、たいていの作物はアミノンと微量要素の数回の定期散布で、土壌病害を除いて無農薬で防除できる。ヴィルス病の場合も発病以前からの予防的散布で症状の発現を軽減した事例が多い。特定病害の多いトマトやキュウリなどでも、銅剤か硫黄剤の混用定期散布で極めて効果的に防除できるのである。またこれら無機殺菌剤の使用量は慣行農法に比べて30～80%減量してもよい。この場合は散布回数は減らさず、薬剤の濃度を下げる。

世界有機農業連盟（IFOAM）はじめ世界の先進国は、無機の銅剤と硫黄剤は、使用しても無農薬栽培の表示をしてもよいことになっているので、生産物の販売も有利になる。

(5) 土壌病害に対する効果

土壌病害に対しては、生理活性剤アミノン-25の効果はあまり期待できな

いと思われるが、劇的な効果の出る、しかも再現性が高くて実用化されている実例を紹介する。

例１：インゲンマメ（ブラジル）苗立枯病：ブラジルで常食とされている日本のアズキに似たフェイジョンという豆がある。これに苗立枯病がかかる。病原菌は、Fusarium spp.とされており、発芽直後から2週間前後までに発病する。幼植物の根が表面から侵されるため、本葉1～3枚で萎れ（なかには着蕾期まで発病）、枯死するか、生き延びても50%以上の減収となる。この病害での体験と病害回復の大きな効果は第1章「植物の治る力－生命エネルギー」で詳述したので参照されたい。

その後この病害は、栽培環境が悪く、除草剤散布の農場では一般化するほどになったが、アミノン-25で回復できることが分かった。

面白いことに、一時萎凋→アミノンで回復、の経過を辿ると、たいていの場合増収するのである。これは、育苗の初期に軽い水ストレス、チッソ欠乏を与えたほうがその後の生育が正常で増収するのと似ている。

例２：ヴァーチシリウム萎凋病：ナス、トマト発病後アミノン-10（植物性濃縮アミノ酸）を土壌灌注すると、病状の進行が止まり、新根が発生する。ナスでは、新根発生後の生育が完全に回復し、灌注以前よりもよくなり増収した例がある。トマトの養液土耕栽培でも、病状の進行が止まるだけではなく、無病無灌注よりも増収となることが多い。

例３：コーヒー苗立枯病（Damping-off）：慣行農法では、育苗期間中殺菌剤を定期散布するが、アミノン-25＋Microfolの混合散布のほうが、効果が高い。殺菌剤で完全防除はむずかしいが、後述のリブミンとの総合防除で、完全に発病を抑えることができる。殺菌剤で防除が難しい理由は、(1)多数の菌の複合感染、(2)環境不良因子（土壌水分、温度、湿度などの）に打ち勝つ力の不足、と考えられる。アミノン-25は光合成を高め、幼苗の生命力（エネルギー）を飛躍的に高めるので、植物の病原菌や害虫に対する抵抗力を増し、殺菌剤以上の効果が上がるのではないかと思われる（この場合、必ずといってよいほど発現する絵描き虫の被害も同時に完全に防除できる）。

(6) アミノン-25の使用法と効果

①生理活性剤アミノン-25（葉友）の日本での効果（葉友ちらしより）

10年間日本で試験と普及に多大の努力を払われた根友社（農業開発研究機構）では、アミノン-25を葉友と命名し、その効果と使用量を、葉菜8種類、果菜8種類、果樹5種類、その他に使用した実績に基づいて次のようにまとめ、別に各作物別の使用基準を設けている。日本での実績と使用法の詳細は同社に問い合わせていただきたい。

なお、葉友の効果として次の6点をあげている。(1)光合成の促進。炭

表2-1　葉友（アミノン-25）の使用方法

作物	使用時期	使用方法
果菜類	育苗期 定植後	7～10日おき 毎週1回
葉菜類	育苗期 定植後	2～3回 毎週1回
果樹類	発芽期より 収穫後～落葉期	7～10日おき 14～20日おき
根菜類 コンニャク	全期間	農薬散布時
茶樹	新芽の展葉時	1,000倍液で3回
花卉	全期間	適時

散布濃度：1,000～2,000倍、全ての農薬と混用可能

表2-2　アミノン-25の必須アミノ酸と各アミノ酸の機能

成分	含有量（g/l）	各アミノ酸の機能
シスチン	―	果実類の成熟促進、細根の形成
メチオニン	1.67	果実類の成熟促進、細根の形成、耐病性の向上
イソロイシン	3.29	耐寒性向上
ロイシン	5.88	着色促進、弱い苦味を持った強い旨味
チロシン	0.57	生育促進
フェニルアラニン	3.96	柔らかい苦味を持った強い旨味
リジン	11.52	いもち病・かび系病気の耐性、甘味
ヒスチジン	4.70	香気、滋味（良い味わい）、旨味
アルギニン	16.38	さわやかな味、精子の主成分、ダニ予防
スレオニン	3.49	栄養剤、耐寒性向上、甘味
セリン	5.76	旨味、根毛の生長促進、耐寒性向上
アスパラギン酸	14.65	酸味、旨味、生長促進
アラニン	22.60	旨味
バリン	6.43	甘味、旨味、根毛の生長促進
グルタミン酸	39.35	抗菌性、耐寒性の向上、旨味
プロリン	24.12	花粉の主成分、優勢花、着果良、甘味・旨味・色つや・芳香性良、貯蔵性（日持ち）良
ヒドロキシプロリン	23.22	色・光沢良、香気
グリシン	31.83	旨味、耐霜・耐寒性の向上
トリプトファン	―	生育促進（インドール酢酸の元）
合計	219.42	

出所：西尾洋一／農業技術大系

酸ガス吸収量の増大。(2)根量（特に幼植物の）の増加。(3)花粉の増加、受精率の向上、正常果の増加。(4)色着きが良くなり、日持ちが良くなる。(5)害虫（特にハダニ、カイガラムシ）の減少。(6)耐病性の向上、病害の減少。

また、葉友の使用方法を表2-1に、含有成分を表2-2に示す。

②アミノン-25のセル苗生育に及ぼす影響

セル育苗用培養土は、バーク堆肥（25%）、バーミキュライト（20%）、泥炭（55%）を混合したもので、リットル当たりチッソ40mg、リン酸140mg、カリ70mgを含む。これを用いてセル苗の生育を調査した（試験担当：（財）TSC―農業技術研究センター　Rodrigo Sanches Miguel　2001.4.30）。

作物・品種：トマト　Santa Cruz種、レタス　Lucy Brown種、ブロッコリー　Piracicaba種。

処理区：セル苗用トレイ1枚（苗288本、角穴は21×21mm×深さ45mm＝11m*l*）を1区とし、乱塊法4連制とした。

アミノン-25無処理、アミノン-25　0.1%液を7日おきに3回噴霧、および0.5%液を7日おきに3回噴霧した3区を設けた。

試験結果：播種後28日目（本圃に移植直前）に収穫、計測した（表2-3）。

まとめ：(1)アミノン-25を0.1%、0.5%処理した区は、無処理区に対して、それぞれ50%以上、70%以上の著しい生育重量の増加を示した。

(2)全く科の異なる野菜（トマト―ナス科、レタス―キク科、ブロッコリー―アブラナ科）が数字的にもほぼ同様の増収効果が得られたのは非常に興味深い。

(3)トマト、レタスでは、根重比率も明らかに高くなった。

(4)写真1の上下2枚の根部を比較すると、一般に使われているセル容量11m*l*は、根の十分な発育には小さすぎ、根の発育が相当制限されたと考えられる。

(5)アミノン-25による生体重の顕著な増加は、光合成能力の向上と、根の養水分吸収力（吸収エネルギー）の増強によるものと考えられる。

③アミノン-25のレタスとチコリーに対する圃場試験

本試験では、アミノン-25に対し定植後どのような反応を示すかを比較した（試験担当：Rodrigo Sanches Miguel）。

表2-3　野菜セル苗でのアミノン-25の効果

処理区	地下部（g）	地上部（g）	全重量（g）	比率（%）	根部比率（%）
《トマト》					
無処理	0.52	0.72	1.24	100	41.9
アミノン-25　0.1%	0.83	1.09	1.92	155	43.2
アミノン-25　0.5%	0.98	1.15	2.13	172	46.0
最小有意差　5%	0.054	0.090	0.096		
1%	0.072	0.120	0.132		
変動係数（CV）	4.08	5.45	2.78		
《レタス》					
無処理	0.51	0.67	1.18	100	43.2
アミノン-25　0.1%	0.81	1.06	1.87	158	43.3
アミノン-25　0.5%	0.97	1.13	2.10	178	46.2
最小有意差　5%	0.109	0.242	0.214		
1%	0.147	0.324	0.295		
変動係数（CV）	7.77	9.77	6.326		
《ブロッコリー》					
無処理	0.49	0.57	1.06	100	46.2
アミノン-25　0.1%	0.74	0.88	1.62	153	45.7
アミノン-25　0.5%	0.85	0.97	1.82	172	46.7
最小有意差　5%	0.06	0.055	0.120		
1%	0.085	0.073	0.166		
変動係数（CV）	5.41	4.08	4.073		

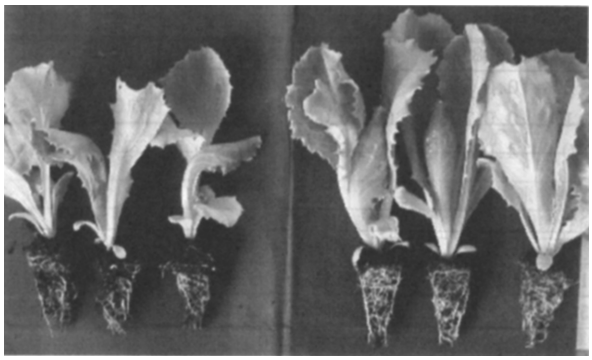
本圃は30年間、主として葉菜を周年栽培、毎年2作を、1年も休まず、連続して有機栽培を続けてきたラテライト土壌である。肥料は30年間、最初の5年は鶏糞堆肥、以後はおが屑ブロイラー鶏糞を生（未発酵）のまま年間3～4kg/m^{2}施肥し、極端な痩せ地を比較的肥沃な土壌に転換できた圃場で、本試験は前作の残肥利用の無肥料栽培とした。定植したセル苗は、前述のアミノン-25の0.1%液を4回散布した28日育苗の苗である。

作物・品種：レタス　Sakata Vera、チコリー　Clause Melissa

定植：2001年5月29日、収穫：2001年7月15日

植付間隔：幅130cmのうね上に4列または3列、30cm×20cm間隔で定植

無処理　　アミノン-25　0.5%



無処理　　アミノン-25　0.5%

写真1　レタス根部の比較

(写真2参照)。

試験方法：乱塊法21連制、各区24株とし、計測には各区4列または3列の両側2列と両端を除外した中央の6株の平均値を各区の株重量として、統計分析法で有意差を計算した。

試験結果：表2-4に示すとおりである。

まとめ：(1)この種の比較試験は普通4連制乱塊法かラテン方格法を用いるが、担当者の強い希望で21連制という常識外の手間をかけた試験となった。結果としては、各処理区間の収量差が、最小有意差1%で有意であるという、疑いたくなるような精度の高い結果が得られた。

(2)本試験は、野菜専業農家の栽培地（続木農場：農家－Benedito Francisco Neto）の一部で行われたもので、ブラジルの標準的な有機栽培管

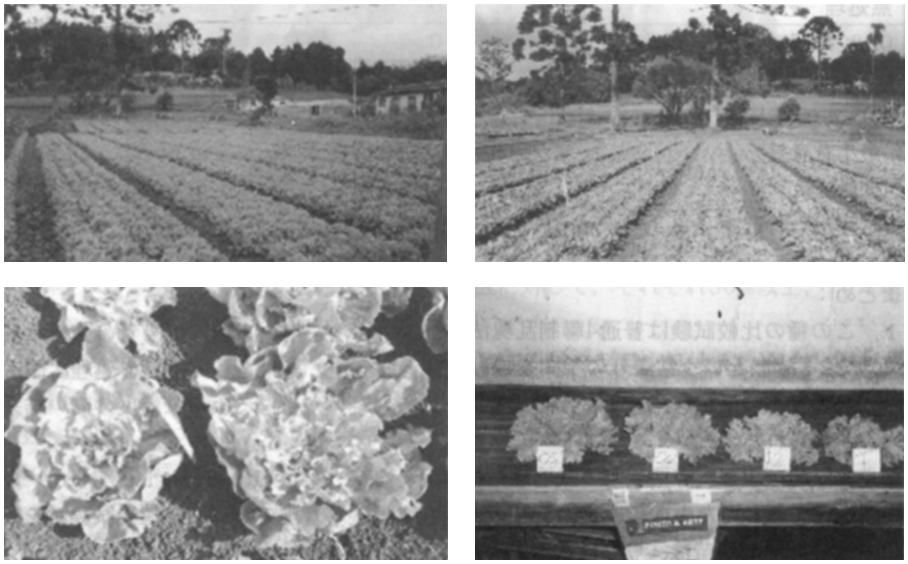


写真2　栽培圃場と生育比較

上：試験圃場。左ーレタス、右ーチコリー。
下左：チコリー生育途上。左ー無処理、右ー0.5%処理。
下右：収穫したレタス。右から無処理、1%、0.1%、0.5%処理。

表2-4　レタス、チコリーでのアミノン-25の散布効果

アミノン-25散布濃度	レタス（地上部g/株）		チコリー（地上部g/株）	
無処理	570		565	
0.1%毎週噴霧	660		670	
0.5%毎週噴霧	710		750	
1.0%定植15日目に1回噴霧	610		620	
最小有意差	5%—19.151	1%—23.471	5%—22.490	1%—27.605
変動係数	3.65	3.65	3.96	3.96

理の畑に、定植後試験区を設置した。セル苗は、今回は購入苗ではなく、担当のR技師育成のアミノン-25 0.1%4回散布の苗を定植した。

10年以上この農場での栽培者であるB氏のコメントは、今回の栽培がいまだかつてない成績であったのは、セル苗の質によるものではないか、とのことであった。上記の栽植密度で計算すると、うね間の30cmを含め10a当たり12,500株、残肥利用の無肥料栽培で、収量は無処理区7.1t/10a、0.1%散布区

で8.87t/10a。これは、優れたレタス専業農家と比べて収量で遜色なく、品質は味、日持ちなどずっと良い、無農薬での、葉菜の有機栽培の利点（低コスト、高品質）を示したものである。

*

本試験及び「アミノン-25のセル苗生育に及ぼす影響」の結果を考察すると、2つの試験での顕著な生体重の増加即ち収量増加は、アミノン-25による光合成能力の向上と、その結果として根の養水分の吸収力の増強によるものと考えられる。

根の吸収エネルギーは、葉の光合成産物である糖分が根に送られ、根から吸収された酸素で燃焼して作られる。したがって、光合成能力の促進が増収の基本といってよい。

アミノンを散布しても効果の見えないことがある。この場合は、土壌条件に吸収を阻害する要因があることが多い。すなわち、土中の酸素不足、養分のアンバランス、特に濃度障害が出るほどの施肥過剰、極端な水分の過不足、など。

植物の光合成が順調で、エネルギーに満ちている時には選択吸収をする。少々の足りない成分も強力に吸収してくれる。よく見かける石灰欠乏など、土中に石灰が足りないのではなく、エネルギー不足のため、吸収できない場合が多い。チッソやカリは容易に吸収されるが、石灰、リン酸や微量要素は吸収エネルギーが弱い場合は、吸収されにくい。

3. 高度技術　その2：土壌改良剤

(1) 腐植酸資材テンポロンとリブミン

熱帯、亜熱帯では、土壌中の腐植の消耗が極めて早く、この腐植の消耗は地力の低下に直結している。1954～1959年頃、サンパウロ州奥地の砂土～砂壌土（粘土含量5～10%）の農業地帯にはまだ原始林が20%ほど残されており、私が住んでいたプレシデンテ・ルデンテ地方には、原始林開墾後耕作0～40年とさまざまな耕作年数の農地が点在していた。当時私はコチア農協の技術指導員として、約300家族の営農指導を担当したが、地力によるあまりにも大きな収量差に驚き、最初に着手したのが土壌分析室の設立であった。

代表的な作物のワタでは、原始林開墾後10年は無肥料、その後の20年はリン酸肥料のみ、30年目頃から、3要素の肥料が必要になる。40年を過ぎると、化学肥料だけでは赤字になるほど収量が低下してしまう。栽培年数と土中の腐植の関係を調べた結果、原始林には5%前後あるのが、20年たつと1.5%に低下し、30年で1.0〜1.2%、40年では0.6〜0.8%に落ちることも分かった。これら三者の関係から、この地帯の腐植含量0.7%前後の砂土では、どんなに化学肥料を上手に使っても、収量の低下からくる赤字経営をカバーすることはできない。経営がかろうじて成り立つ限界の最低腐植含量が1.2%、適正量の化学肥料を使って儲かる生産のできる限界が1.5%という結論を得た。当時、牛の放牧以外は豚、鶏などの家畜生産は、自家用消費だけで、専業の養豚、鶏卵、ブロイラー生産はなく、数haの栽培でも必要量の家畜糞尿の入手は不可能であった。

腐植の低下すなわち地力の低下を防ぐ以外に、当地帯の農業を救う道はないと確信した私は、有望と思われる数種の緑肥の種を農業研究所から取り寄せて栽培試験を行い、緑肥を組み込んだ輪作と等高線栽培を技術の中心とした営農指導に踏み切った。これは相当な効果があがり、農協組合員の間で普及した。が1958年、営農指導部の上司である理事との意見の相違がもとでクビになってしまった。その後バイエル社の農薬部に採用された私は、セールスエンジニアとして思う存分活躍できる場を与えられ、1963年にはバイエル社農薬の問屋として、また世界の有名な農薬メーカーの製品も扱える11支店を持つ販売会社を設立することができた。

私が農協を離れてからは、農協の指導方針が変わり、緑肥による地力回復よりも農業界全体の流れである、化学肥料と農薬を中心とする技術体系に移っていき、農薬の全盛時代に突入していった。農薬の売上げと儲けはうなぎのぼりに増えたが、会社が大きくなるのとは逆に、心のなかでは農薬問題の抱える矛盾が次第に大きくみえるようになっていった。毎年新農薬が次々と開発され、やがて病虫害の問題は農薬によって解決できるという私の予想は見事に粉砕され、各作物の特定病虫害は減るどころか年々増え続けていった。しかも、今までただの昆虫と微生物であったものが、害虫と病原菌に変身していくのである。ここに至って私は犯してきた2つの間違いを悟ることがで

きた。一つは、農薬だけでは病虫害は防げないことである。もう一つは、技術の中心は化学肥料と農薬ではなく地力維持と回復である、ということであった。

1972年、私は農薬販売と動力防除機の販売を全面的に中止した。8haの農場を買い、30種類以上の野菜を周年栽培し、無農薬での栽培技術の実験農場とした。一方、大面積での地力回復には、フミン酸系の土壌改良剤が良いのではないかと考え、協和発酵（株）社の開発した高濃度の腐植を含有する化成有機肥料を輸入した。これは見事な効果を見せてくれたが、まもなく国産肥料メーカー保護のため輸入禁止となってしまった。

そのため、世界では土壌改良剤の研究が一番進んでいた日本の文献や製品を調べ、対象を最終的にフミン酸系に絞り、製造に踏み切ることにした。

当時（1973年頃）世界では70種類以上の土壌改良剤が販売されていたが、結局生き残って効果が認められ、大量生産されるようになったのが、日本のフミン酸系の土壌改良剤であった。

最も大量に製造されているのは、ニトロフミン酸系であるが、原料となる褐炭はブラジル産は質が悪く、断念せざるを得なかった。もう一つのリグニンフミン酸は、原料の草炭地がブラジルの各地に散在することが分かった。日本ではテンポロンの名前で三菱系の販売会社菱商農材（株）が販売しており、製造会社の創立者で発明者でもあり、第二次世界大戦の終戦前には石炭化学の権威者であった阿倍良之助氏に教えを乞うことにした。同氏は私の持参したサンプルを分析して製品を作り、ライ麦のポット栽培で試験され、きわめて良質の草炭であることを証明された。日本の製造現場を視察して、製造許可の交渉をした時、現製造法はすでに特許切れであるが、別のフミン酸濃縮技術の特許があるがと提示されたので、ただちに特許契約をした。この濃縮技術は農業用の場合必要とせず、未使用で今にいたっている。

亜熱帯の草炭には生成条件によってさまざまな品質のものがあるが、現在弊社が使っているものは、北海道産よりも腐植酸含量がより優れたものである。寒冷地産との差は、草が年中生育するため、掘り取ったあとの再生期間が短いことと、生きた植物の根が少ないことである。欠点としては炭化が進みやすく、大部分のブラジル草炭は腐植酸含量の少ないものとなっている。

最高品質のものは、草の根がほとんどなく、腐植酸の含量が高く、土壌改良剤の原料としては世界でも類を見ない優れた品質と思う。

このような良質の原料をもとにして、阿倍氏の指導で、テンポロンの製法に弊社で工夫を加えて製造したのがリブミンである。リブミンという名前も阿倍氏の命名である。

日本には1996年から輸出を始め、結果は期待どおり好評を得ている。日本では最初に高橋郁郎氏（当時のみかん栽培の権威者で果実日本誌の顧問）がテンポロンの効果を果実日本誌に、6年間にわたって観察した結果を発表されている。全文は果実日本23巻第1号別冊（昭43年1月）、25巻第5号別冊に「土壌改良剤－腐植の補給と肥料の節減と品質の改善と旱寒害に対するテンポロンの効果」と題して掲載されているので、その要点のみをここに紹介する。

(2) 果樹の品質改善と旱寒害に対するテンポロンの効果

①腐植の理論と質の問題

農林省茶業試験場の河井、池谷両氏は、腐植の価値は量ではなく質で、その質はメトオキシフル基（リグニン中の含量5.21%）の含量が高く、それは示差吸光曲線に表れる特殊の波長が、リグニン的性質を示すことによって検定されることを明らかにした。さらに同氏らの調査は、テンポロンのメトオキシフル含量は2.08%で、示差吸光曲線にリグニン的性質を強く示した。他のニトロフミン酸系改良剤はメトオキシフル基0.66%を含んでいるが、示差吸光曲線にリグニン的性質を示さなかった、と報告している（土・肥雑誌1964-6）。この研究はとくにテンポロンの価値を確認したことになる。

②腐植の耐久性

多くの土壌改良剤中、テンポロンの特性の一つは、土中の分解消耗が遅いことである。北大石塚研究室の調査では、テンポロンの真正腐植13%、1年の消耗2.7%で、有効持続年数を5年と計算している。農林省農業技術研究所で、テンポロン、アズミン、フミゾール、テルナイト（後3種はニトロフミン酸系）の4種についての試験は、テンポロンの消耗が最も少なくアズミンの1/9、フミゾールおよびテルナイトの1/5となっている。

テンポロンは堆肥の20倍の効果が認められ、第1年の施用量10a当たり

100kgであるが、第2年以降はその1/2としているのは、強い耐久性のためである。この耐久性ゆえに、次第に下層に浸透して、深層の改良に特効が認められている。

③団粒の大きさと質

土壌物理性の改善に、土の粒子の団粒化の必要は周知のことであるが、団粒の大きさは重要な意義を持つものではなく、必要なのはその構造で、大小各種の空隙を持つ海綿状団粒を形成し、小孔隙に水を大孔隙に空気を保つ構造が、保水力と通気性を併せ持つ土壌を作るとされる（江川、御園）。テンポロンのコロイドは粘土コロイドと極性結合の反応を示し、それらが無数に起こり、相互に繋がって海綿状団粒を作り、それによる養分イオンの吸着力の増大が、保肥力を強化すると説明している（阿倍）。

④窒素の損耗の防止

農林省農業技術研究所で、地表にベッチ、ワラ、コンポスト、テンポロンを敷き、その上に尿素、過燐酸石灰および硫酸カリを散布して、アンモニアガスの発散量を調査した成績は、テンポロン区の発散甚だ少なく、ベッチ区はその6倍、コンポストおよびワラ区は3倍以上の損失をみている。

⑤リン酸の効果の増進

テンポロン施用の場合に、リン酸のマイナスイオンはテンポロンの正極に吸着して、土壌の下層に移動すると阿倍氏は説明しているが、農林省農業技術研究所の試験は、テンポロンによるリン酸吸収係数の低下を示し、富山県農業試験場（小幡氏）の試験はリン酸の50%の吸収の増加を報じている。また静岡県庵原農協の15園の調査は、平均636のリン酸吸収係数が、6カ月後に平均443に低下した。

⑥根の生長に及ぼす影響

表2-6では、テンポロンの施用量の多いほど苗の成長を増し、葉色濃く葉肉厚く、新根の発育良好で甚だ太く、苗の全重量に対する根の比率を増した。テンポロンの効果は、むしろ第2年以後で大きい。

表2-7は第4年に掘取り調査した成績で、1年のミカン苗の試験に比べて、その差は顕著、根の比率は対照区のおよそ6.5倍に達し、40倍以上の堆肥施用に勝っている。

表2-5　テンポロン使用によるリン酸含量の増加

堆肥またはテンポロンの 10a当たり施用量	果実100g中のリン酸
化学肥料	8.1mg
化学肥料十堆肥1.5t	9.3mg
化学肥料十テンポロン100kg	11.4mg

北海道十勝池田ブドウ園調査（1965）

表2-6　宮川早生2年生苗施用1年後の生長量

テンポロン 1本当たり施用量	全重量	根重	全重対根重
対照無施用	455g	227g	49.8%
テンポロン500g	480g	281g	58.5%
テンポロン2.0kg	556g	341g	61.3%

庵原農協、昭和41年1月調査

表2-7　リンゴ紅玉4年生苗の堆肥、テンポロン施用試験（藤崎地区）

試験区別	堆肥、テンポロン 施用量（g）	太根の比（%）	細根の比（%）
標準3要素区	―	100	100
3要素十堆肥	11,000	450	（100以下）
3要素十テンポロン	230	650	150

青森県専門技術員　赤平広太郎：各区ともN-200g、P-70g、K-100g；テンポロン1年目230g、2年目以後70g（1本）

静岡県庵原のミカン園において、テンポロン施用後も、2年くらいは効果の識別は困難であるが、3年、4年と経過するに従い、土壌の膨軟化と根の生長量の差は明らかになり、しかも新根は太く白く、樹勢の著しい強化がみられる。

⑦初期の効果の観察

テンポロンを施用しても、成園では効果の認められるのが遅い。苗の定植に際して、テンポロンを施用したものは、第1年の秋にはその効果がみられるが、成木園では第3年にならなければ、明らかな変化は認められない。し

かし施用後、雨があれば2～3カ月後に10～20cmの土を取って無施用区と比較すれば、全土粒がテンポロンのコロイドに包まれていることが認められ、同一状態のもとで乾燥が遅く、保水力の強化がみられる。また時日の経過とともに雨後の水溜りもなくなり、浸透性の増大を示し、1年を経過すれば棒をさしこんで土の膨軟化が感じられる。

さらに興味あることは､施用園の葉をとって無施用園の同一状態の葉とを、同じ状態のもとに乾かせば、施用園の葉は萎凋が遅く、樹の健全化が証明される。果樹に比べて野菜や花には効果が早い。

⑧施肥量の減少

表2-8のミカン園は落葉甚だしく、樹勢著しく衰弱していたが、テンポロン施用後3年で完全に回復した。

以上の成績及びその他の観察から、テンポロン施用によって土壌が改良された園のチッソの施用量は、多くの場合にミカン、ナシは15～20kg、リン

表2-8　山口県吉井氏のテンポロン施用ミカン園の施肥量と収量及び落葉

年次	施肥量（kg/10a）			テンポロン施用量（kg/10a）	収量（kg/10a）	落葉（%）
	窒素	リン酸	カリ			
昭37	37	26	30	100	1,500	50
38	37	26	30	34	2,250	30
39	34	19	24	34	3,000	10
40	25	19	20	34	3,570	
41	20	14	16	34	4,500	

表2-9　長野県吉川恒雄氏の二十世紀ナシ園

年次	施肥量（kg/10a）			テンポロン施用量(kg/10a)	収量（kg/10a）
	窒素	リン酸	カリ		
昭37	38	18	25	80	5,060
38	32	14	23	40	5,813
39	26	11	19	40	6,077
40	23	9	16	40	5,539
41	12	7	13	40	6,522
42	12	7	13	40	8,938

ゴは10～15kgで足り、特別の土壌を除いて、それ以上の必要はないものと考えられる。

⑨果実の品質に対する影響

テンポロン施用園の果実の品質に対する影響は、必ずしも一様ではなく、また対照区との正しい資料のあるものは少ない。

広島農試のブドウのマスカット・ベリーAに、3種の土壌改良剤と堆肥を用いた比較試験（表2-11）は、テンポロン区の収量が第1位で、対照区の2倍を超え、糖度もまた最高を示した。アズミン、ゼオライト区も糖度は高いが、収量は相当落ちた。テンポロンにゼオライトを併用した区は、収量、糖度ともに最低、元来テンポロンに他の改良剤の併用は禁ずべきものである。この試験における糖度の上昇は、他の試験以上であるが、それは施用量が基準量の2倍に達していることにも原因があろうか。北海道池田ブドウ園のテンポロンの試験も、3品種を平均して、対照区の糖度12.9%に対して13.46%となっている。

以上あげた成績と異なり、ミカンのテンポロン施用園が、果実は大きく収量は増し、隔年結果はなくなったが、果実の着色がおくれたり、糖度の低下をみた実例がある。しかしその多くは、施肥量を減じないための、窒素の効きすぎにあるように思われる。

表2-10～2-12の成績を総合すると、テンポロンは果実の成分の濃度を高めて、品質向上の効果のあることが推定される。しかしいずれの場合も、とくに酸を減少する事実は認められない。この果実における成分濃度の上昇は、テンポロン施用のポテトの澱粉含量の増加とともに、同じ生理機構によるものであろう。

表2-10　四国農試のミカンに対するテンポロン施用試験の収量と果実の着色及び成分

年次	試験区別	収量（kg/10a）	1果平均重（g）	完全着色果比（%）	果汁の成分		
					固形物	酸	甘味比
1965	テンポロン区	31.2	97	47	13.9	1.19	11.7
	対照ワラ区	27.2	87	67	13.6	1.10	12.3
1966	テンポロン区	32.5	110	36	11.7	0.87	14.1
	対照ワラ区	28.3	114	27	10.9	0.84	13.1

表2-11　ブドウ（マスカットベリーA）に対する土壌改良剤の試験成績

土壌改良剤の種類	10a施用量（kg）	1果当たり収量			果汁の成分	
		果房数	重量（g）	同比	糖度	酒石酸
テンポロン	200	28	9,775	225	16.95	0.630
アズミン	200	20.5	6,896	158	16.26	0.635
ゼオライト	100	20.5	6,156	141	16.25	0.555
テンポロン十ゼオライト	100十50	19	3,978	91	14.80	0.620
堆肥	2,250	19	5,598	129	16.20	0.620
対照無添加	ー	14.5	4,348	100	15.00	0.595

広島県農試（遠藤）、試験は切土、盛土両区について行われているが、両区の成績は大体一般の傾向を示し、本表の数字はすべて両区の平均である。1966年の成績

表2-12　山梨のモモ白鳳のテンポロン施用園での果実熟期と糖度

試験区別	供試樹数	同面積	収穫始、盛、終	収量（kg）	糖度
テンポロン区	28	5a	7月12、17、23	915	10.5～12.0
対照区	28	5a	7月15、20、25	850	9.5～12.0

山梨農業改良普及所（1966）、10a当たりテンポロン施用量1,000kg、5月下旬全面散布

⑩旱害、寒害に対する影響

土壌が深層まで改良され、根が深くなり強化されれば、旱害にも低温にも被害を減ずるのは当然である。

香川県のタバコ耕作地の春の地温を2℃上げた報告がある。

昭和40年、筆者がみた山口県平生の水田転換のミカン園は、テンポロン施用2年で堆肥区地表50cmの硬い粘土層を膨軟化し、細根は70cmの深さまで伸びていたが、隣の同園主の対照区の土は硬く、根は45cmに制限されていた。そのテンポロン施用区は、前年の旱害に灌水することなく、十分に灌水された対照区と同等以上の樹勢を保っていた。

寒害防止に顕著な実例は、昭和38年1月の寒波の時、山口県屋代農協のミカンの苗圃で、半分のテンポロンを施したところは被害軽く、多くの緑葉を残し、その春の定植に用いられたが、無施用の部分は葉が枯れ、さらに1年の培養を要した。

早生温州における泉正六氏の試験は、昭和38年1月の寒害に対して、テン

ポロンの多用樹（標準の3倍量）の被害を減じ、テンポロン100kgにカリ、リン酸を増施したものが、完全にその被害を免れたことを報告している。

⑪病虫被害との関係

テンポロンには殺菌、殺虫の成分を含まないが、ミカンのネカイガラムシおよびリンゴの粗皮病に著効を奏している。

リンゴの粗皮病にテンポロンの試験を最初に行ったのは、北海道庁石狩支所の佐藤吉太郎氏で、昭和37年7月、祖皮病の発生したスターキング8年生にテンポロンを施用、100kg/10a以上の施用地は、1年後には粗皮病の痕跡を認めない程度に治癒した。また同時にフラン病の発生を防止したことを報告している（果実日本）。

先年、山口県の甘夏カン栽培家の中に、テンポロン施用園が、ハダニの発生も少ないとの観察を持つ者もあると聞いたときは、偶然の現象と思ってそれを無視していたが、長野県飯田の二十世紀ナシ栽培家の中に、同じ経験を持つ者のあることを知った。そこの吉川氏はテンポロン施用4年後に、ハダニの発生の少ないことに注目し、殺ダニ剤の散布回数は、その後半減している。

さらに興味ある問題はナシのユズハダ果との関係である。長野県下伊那園協組合員の大半はテンポロンを採用しているが、少なくともその中の5人はユズハダ果の減少を認め、5～6年の連用園では、ユズハダ果がないものもある。窒素の減施にも関係するか？　そのほかリンゴのたんそ病、リンゴ、ミカンの白紋羽病、ブドウの晩腐病、褐斑病に対してテンポロンの効果の報告もある。水稲、野菜などの一年生作物の病虫については、あい似た実験が10以上あり、効果顕著と見るものもある。

(3) ブラジルでのリブミンによる栽培年数延長効果

以上は、1967（昭42）年までの日本の果樹専門家による報告であるが、その後多くの試験成績や実績があることと思われる。

ブラジルでは1980年初頭に、世界でも類を見ない腐植酸含量の高い良質の草炭原料をもとに、テンポロンの製法に改良を加え、リブミンの名で製造販売を始めることができた。

20年近くの観察では、果樹についてはテンポロンとほぼ同様あるいはそれ以上の効果が認められているが、ブラジルでは落葉果樹が少なく、リブミンの施用面積はオレンジやコーヒー、果菜類に比べると非常に少ない。

これら果樹類で例外なく認められている効果は、栽培年数の延長である。

普通コーヒーは4〜8年が生産のピークで､それ以後は徐々に収量が低下し、12〜15年で赤字になるほど収量品質が低下してしまう。前兆としては、小枝が細くなりさび病やハモグリガが増え、小枝が枯れはじめる。乾燥期の落葉が多くなり、やがてこの時期には落葉樹のように裸の木になってしまう。これらのコーヒー園にリブミンを100g/m^{2}散布すると1〜2年で回復し、連用を続けると経済寿命が50%以上も延長できる。効果は抜群であるが思ったように普及しないのは、つぎのような理由によると考えられる。

世界のコーヒー生産国を見て言えることは、コーヒーは生産者が儲かるものではなく、中間業者や流通業者、加工業者など、それに携わる多数の人々を支えるための農産物だということである。コーヒー1カップ分15gが生産者価格で3〜4円、慢性的な生産過剰で、利益が出るか出ないかの接点にある農産物といってよい。そのため、最低限必要な肥料や農薬を買うのがやっとで、土壌改良剤や生理活性剤を買う余裕などまったくないのが一般農家の実情である。リブミンを施用する農場は、経済的に余裕があり、高度技術に関心の高いごく一部の農園に限られてしまうが、最近は長期安値が続く中で着実な販売増加が続いている。

例１：ブラジルのパラナ州でも有名なI農園。数千haの農場内にコーヒー園が約90haあった。高地にある10haはいつも収量が低く赤字になるので、廃園にしたいとの相談を受けた。筆者はその10haにリブミンの施用（1t/ha）を勧めた結果、たった一度の施用で、3年以後施用園が最も平均収量の高い園となり、とくに長期旱魃と寒波の年には、他の園と大差をつけた。

例２：バイア州のG農園。40haのコーヒー園に落葉が始まり、収量が低下し始めた。園主は最初数株のみに施用してその効果に驚き、翌年全園に施用して以前の優良園に戻すことができた。この農園主は後にリブミンとアミノンを販売するために販売店を起こし、順調な生長を続け、

現在では同地方随一の農業資材販売店となっている。

*

オレンジにもコーヒーと似たような、若返りと寿命を延長する効果が顕著である。

一例をあげると、ブラジルでも最も有名な生産地リメイラ市の近くに2,000haのオレンジ単作の著名な大農園があった。1985年のある日、同農場の技術担当技師が筆者を訪ね、収量が低下し始めたので、柑橘専門試験場や数人の専門家にも指導を仰いで色々な手段を講じたが、ついに、落ちていた平均20t/haの収量を回復することはできなかった。どうすればよいかという相談である。結論として筆者は、(1)除草は、除草剤ランドアップをやめ、草生

●日本とブラジルの土壌条件と効果の差

日本の主な土壌は、1）ポドゾルとポドゾル性土壌、2）褐色森林土壌、3）火山性くろぼく土壌、4）非火山性くろぼく土壌、5）赤黄色土壌、6）低地土（沖積土）などである。ポドゾル（灰白土）は北海道、東北地方の北部に存在する。表土A1層は酸性の腐植含量が高く、黒褐色。A2層は鉄その他の可溶成分が溶脱されているので灰白色である。褐色森林土壌は冷温帯から暖温帯にかけて広く分布し、ポドゾル化作用、ラテライト化作用を受けていない台地や山地の土壌である。

ラテライトは、可溶性塩基と珪酸が溶脱し、酸化鉄とアルミナが集積している。酸化鉄のため、土色は赤〜赤褐色である。ブラジルの大部分の耕作地土壌、日本西北部の一部に見受けられる土壌の赤褐色は、この酸化鉄のためである。

世界の土壌図では、北海道がポドゾル、弱ポドゾル化土壌、本州の金沢〜横浜を結ぶ線から北は灰褐色ポドゾル性土壌、南はラトソル、赤黄色ポドゾル性土壌である。これに対して南米大陸では北半球とは逆に、熱帯性気候の北からラトソル、赤褐色ラテライト性土壌、赤褐色ポドゾル性土壌、と変わっていく。くろぼく火山灰土壌は皆無である。筆者の歩いた範囲では、ポドゾルはアルゼンチン南部にも存在しない。

ブラジルの主な耕作地土壌は、1）標高800m前後ではコーヒー、それ以後の低地では、オレンジや穀類のよく育つ、もとは亜熱帯の常緑広葉樹林であった赤褐色ラテライト性土壌、2）樹林のない低い灌木がまだらに生えているラトソルと呼ばれるラテライト土壌、である。3）ブラジルの南部2州には赤褐色ポドゾル性土壌も存在する。

ラトソルは、粘土がカオリン質で酸化鉄とアルミナの含量が高いため、酸度を中和してアルミナを不溶化しないと作物は育たない。土壌改良で下層土までアルミナが不溶化されると、ダイズでも良く育つ。起伏が少なく、大型機械化農業に適しているので、この地帯に世界有数のダイズ栽培地帯が生まれたのである。

栽培とトラクターのロータリー草刈機による除草とする、(2)リブミン600kg/haと、生理活性剤アミノンの2*l*/haの年5回の葉面散布、(3)微量要素の土壌施用と葉面散布（施用量は土壌分析と葉の定期分析により決定）、(4)収量と土壌分析に基づく適正施肥（これは正しく行われていた）、の4点の実施を提案した。

この改善案を実施した結果、収量は2年後40t/haに回復し、すでに採用されていた害虫密度による総合防除法での農薬使用量も、一挙に1/3以下に減ってしまった。その後、この農場主は好況時、莫大な利益で大型ショッピングセンターの建設をはじめたが、その後のミカンの大暴落のため資金が続かず、借入金の利子が膨大な金額となり、残念ながら破産に追い込まれてしま

広葉樹林であった赤褐色ラテライト土壌は、開墾初期は焼畑農法をやれば、砂質土壌であればトウモロコシやワタなど20年は無肥料栽培ができた。しかし土がやせるのも早く、砂質土壌では40年経てば有機物の補給なしには何も育たない。雨量の少ないところでは砂漠化する。

両国の土を比較すると、40年を過ぎた既耕地では、日本の土のほうがはるかに栽培に適した土である、といえる。塩基置換容量は日本の土が一般に12〜25、ブラジルは5〜10。日本の土の置換容量が高いのは、粘土含量が高く、粘土の質も良い、腐植含量も高いからである。ブラジル土壌の粘土がほとんどカオリン質であるのに対し、日本の土壌には、2：1型の良質の粘土が含まれている。

ブラジルの亜熱帯〜熱帯性気候では、有機物の分解が早く腐植が蓄積しにくい。そのため、腐植含量は、日本に比べて非常に低く、砂質土壌では1〜1.5%、壌土でも1.6〜2.5%である。以上でも分かるように、耕作地土壌の肥沃度では、日本のほうがずっと優れている。

リブミンを施用しての効果はどうであろうか？

使用量はいずれも10a当たり100kgである。日本へ輸出を始めて10年近く観察しているが、両国での効果発現の程度には差が見受けられるものの、本質的には変わらない。すなわち、毛根、細根、根量の増加、下層土への伸張などには差はない。しかし、疲れきった耕作地土壌では、①分散した粘土を凝集させ、通気・透水性を改善する、②表土から有効リン酸、及び苦土、石灰などの陽イオンを下層土に移動させ、下層土のそれら含量を高める、③濃度障害を軽減する、などの現れ方にはかなりの差がみうけられる。日本では①の効果が特に高い場合が多く、ブラジルでは②、③の効果が高い場合が多いのである。その理由は、腐植含量の差、粘土型と含量の差からくるものと考えられる。

った。落葉果樹では生食用ブドウをのぞいて施用例が少ないが、亜熱帯下の気候のせいか、ブドウやモモでは施用1年後には顕著な効果が認められている。前述の「植物の生命力を生かす実例」のようにモモの樹脂病は1年で70～80%回復し、2年でほぼ完治している。収量と品質も施用後1年目に大きく改善され（100kg/10a）、モモの場合は1回の施用でもその効果が3年間続いており、以後収量が落ち始めている。

*

高橋郁郎氏はテンポロンと病虫抑制の相関関係が分からず、病虫に対する効果を認めるのに躊躇されていたが、当時としては無理もないことと思う。病虫害発生の原因は、「②病害虫の発生メカニズム」（45頁）で述べたように代謝系の狂いにあるといえるが、この場合は土壌環境の改善が細根や毛細根の活性化につながり、それが代謝系の正常化に大きく貢献していると考えられる。テンポロンあるいはリブミン単体の施用によって農薬の散布を大きく減らすことはできないが、高品質高収量無農薬を目標とする新技術パッケージの土台であり、また土壌と根の老化による生理病の治療や予防に大きな力を発揮するのは間違いない。

リブミンの土壌物理性と化学性の改善についてはテンポロンとほぼ同じであるが、団粒構造に差がみられるようである。江川、御園、阿倍氏のいわれる海綿状団粒はブラジルの土壌では生成しないが、これはラテライト土壌は粘土が1：1型のベントナイトが主体であるためと考えられる。生成する団粒は一次団粒が大部分であるが、短時日で靴底に土がつきにくくなり、スプリンクラー灌水で透水性の著しい改善が観察される。また保水力も高まり、数カ月後には対照区と比べて30%以上節水できたというデータがある。

ブラジルでの研究では、メリクロン培養でリブミンを培養基に添加すると、発芽率、発根率が著しく向上したという報告がある。

最近野菜の苗作りはバーク堆肥を主とする軽量培養土が主体となっているが、これにリブミン10%を添加すると根の張った驚くほど立派な苗ができるので脚光を浴びている。

野菜栽培では、フザリウムやヴァーチシリウム、青枯病菌を除く多数の土壌病害、特に露地での苗床で発病することの多い苗立枯病や、連作と肥料の

過剰障害でおこる各種土壌病害には効果が高い。

サンパウロ近郊のレタス地帯の代表的生産者F氏。レタスの連作のため塩濃度障害がでて病害が多発し、ついにまともに収穫できる株はわずか30%に減ってしまった。弊社技術員の指示で施肥をゼロとし、リブミンのみの施用で病害が減り、その後弊社の技術パッケージを実施した結果、近辺で最も品質のよいものを生産できるようになった。

(4) リブミンの土壌改良効果

①まとめ　リブミンの効果

1－土壌の通気、保水、透水性を高める。
2－粘土を凝集させるので、土がサラッとして、靴底や農機具につきにくくなる。
3－下層土の有効リン酸及び石灰、苦土など陽イオンの含量を増加させる。
4－下層土の物理性化学性を改善し、有効土層を深くする。
5－塩濃度障害、その他有害物質の害を軽減する。
6－有効微生物を増やし、病害菌を減らす。

結果的に作物は、

1－根張りがよくなる。
2－吸水力、吸肥力が高まり、灌水量、施肥量が減る。
3－吸収されにくいCa、Mg、微量要素などの養分が良く吸収されるので、ブドウのトラ葉やトマトの尻腐病がなくなる。
4－葉は厚くなり、光沢を増し、バランスのとれた草姿となる。樹皮は若返り、蘚苔類がなくなる。
5－寒害、干害に強くなる。
6－病虫害に抵抗力を増す。
7－収量、品質ともに向上する。
8－隔年結果が少なくなる。
9－永年作物の寿命が延びる。

②リブミンの使用法

施用法はきわめて簡単である。

施肥量の標準は、100kg/10aで表面に均一に散布し、ただちに浅く表土に攪拌するか、スプリンクラーで灌水する。

寒冷地では降雪前に散布しておくと、雪解け時、多量の水とともに下層に到達するので下層土の改良が早く進む。

培養土や鉢土には5〜10%混合する。

4. 高度技術　その3：微量要素の施用

微量要素（亜鉛、ホウ素、鉄、銅、マンガン、モリブデン、塩素）も品質や収量、病虫害への抵抗力、などの低下防止に欠かせないものである。また、耐寒性、耐乾性も強くなる。

微量要素は、代謝系の生化学反応の合成分解に欠かせない酵素の分子内に組み込まれているか、外部にあっては助酵素として働いているか、である。微量要素も多量要素（チッソ、リン酸、カリ、石灰、マグネシウム、硫黄）と同様、あるレベル以下に不足すると欠乏症状が茎葉に顕在的に現れる。この顕在欠乏症状が出る以前に、潜在的に出る現象については、多数の研究結果がある。つまり、微量要素が不足すると、旱魃や異常低温や異常高温、塩類集積、などの影響を受けやすくなり、環境適応能力が低下するのである。また、微量要素の欠乏が顕在的欠乏症状として現れる以前に、病虫害の発生として現れるという、農業科学研究所の中島常允（とどむ）氏の指摘も、筆者の体験と観察から正しいものであると確信している。

日本に比べ、塩基置換容量の低い中南米のラテライト土壌では微量要素の欠乏が起こりやすく、ブラジルでは、土壌分析には微量要素の分析もするのが常識であり、微量要素の施用も常識化している。しかしこれらの国で使われている（主として北米とブラジル）微量要素の土壌分析の診断基準と施肥基準は、病虫害防除を目標の一つとする場合には低すぎると思う。これを是正するため、私は後述の土壌分析の診断と施肥基準を設けて実施している。

(1) 微量要素の葉面散布

微量要素の吸収は気象変動の影響を受けやすいので、効果をより確実にするために、土壌分析値に基づく土壌施肥以外に、葉面散布を行なうのがよい。

表2-13　MICROFOL一1の配合（%）

亜鉛	ホウ素	鉄	マンガン	モリブデン	苦土
10.0	9.6	1.0	1.0	0.05	5.0

ブラジルには、微量要素の総合葉面散布剤のメーカーが数十社あるが、表2-13の配合でブレンドされたMICROFOL-1の実績が高い。0.05%液（2,000倍液）を野菜類では2週間おき、落葉果樹では4週間または1カ月おき、常緑果樹では年3～4回をアミノン-25の溶液に混合して散布する。アミノン-25はキレート効果もあり、微量要素の吸収を助ける。

MICROFOLの単独での葉面散布で、観察されている効果は、(1)耐寒耐暑性を高める、(2)旱魃に強くなる、(3)収穫物の比重が重くなる、(4)空洞果が少なくなる、(5)品質、香味、色、日持ちがよくなる、(6)病虫害に対する抵抗力が高まる、などである。

野菜ではハクサイやダイコンに多いホウ素欠乏症状の防止にはきわめて効果が高い。

(2) 微量要素の土壌施用

土壌への微量要素の施用について述べる。

各微量要素の生理的役割については、多数の専門書や研究があるが、病虫害発生との関連性や防除効果についての研究は極めて少ない。筆者が知る限りにおいては、この点の研究では農業科学研究所の中嶋常允氏の研究が最も優れていると思う。

アメリカやブラジルでは、微量要素の施用については、オレンジやコーヒーには葉面散布をするのが常識になっている。また、多くの耕作地土壌で不足勝ちなホウ素と亜鉛は、NPK3要素の化学肥料に含有させて販売されることが多い。

各研究者は土壌分析値に基づいて表2-14のような診断レベルを設定している。

①微量要素の施用基準

ブラジル南部の耕作地土壌の大部分は、赤褐色ラテライト性土壌に属して

表2-14　土壌分析値による診断基準

A　ブラジルの微量要素の土壌分析値に基づく診断基準（ppm）＊1
（サンパウロ州農業機関紙：Boletim 100;研究者：B.van RAIJ et al）

	Zn	B	Fe	Cu	Mn	Mo
高い	＞12	＞6	＞120	＞8	＞50	―
適正	6～12	2～6	50～120	3～8	13～50	―
低い	0～6	0～2	0～50	0～3	0～13	―

注　＊1：抽出液B-熱水；Cu、Fe、Mn、Zn-DTPA

B　中嶋常允氏の判断基準（ppm）

		Zn	B	Fe	Cu	Mn	Mo
非高に高い	疾病的過剰症の発生	80	25	250	30	70	1.2
かなり高い	免疫力低下 抵抗力減少	60	14	180	10	50	0.8
高い	潜在的過剰症	40	8	100	5	35	0.4
栽培時の適正範囲	（施肥後の標準）	15	4	50	3	10	0.1
	（施肥前の標準）	10	3	20	1	4	0.05
低い	潜在的欠乏症	5	1	7	0.5	2	0.01
かなり低い	免疫力 低下 抵抗力 減少	2.5	0.5	2.5	0.25	1	0.005
欠乏	疾病的欠乏症の発生	0	0	0	0	0	0

いる。日本の耕作地土壌に較べて、塩基置換容量が小さく、鉄分が多い。粘土のほとんどが1：1型で、亜熱帯気候のため有機物の分解が進み、腐植は蓄積しにくい。このため、土中の養分は流亡しやすく、特に土中の微量要素の維持と補給は重要な技術といえる。

筆者は約10年間、中嶋氏の判断基準をブラジルの各種作物に施用して観察し、その結果、同氏の判断基準がブラジルでも適用できることを確信した。

さらに長年にわたる観察と、多数の研究者による研究結果、すなわち、野菜24種、穀物6種、果物その他9種の吸収量及び吸収力の強弱を検討して、表

表2-15　微量要素の施用基準（ppm）（続木）

	Zn	B	Fe	Cu	Mn	Mo
穀類（トウモロコシ、コムギ、イネ）	8	2	30	2	8	ー
野菜類	10	3（2）	30	2	10	ー
落葉果樹	10	3	30	2	10	ー

カッコ内は過剰害の出やすい作物

2-15のような微量要素施用基準を設定し実施している。

この施用基準の使い方は、土壌分析の結果、この基準に達しない不足分を次項の計算法に基づいて計算し、③項の資材を選定して施用する。

ここで、高い（潜在的過剰症）、かなり高い、非常に高い（顕在的過剰症）、など上方の数値を示していないのは、筆者がこれらを決定するだけの経験と判断力を持ち合わせていないからである。欠乏症については、かなりの経験があるが、これも数値として公表するには不十分と考え記載しなかった。

ブラジルではモリブデンの分析は行われていない。弊社では、作物によりモリブデンソーダまたはアンモン15～50g/10aまたは前述のミクロフォールを葉面散布するよう指導している。

上記基準は、品質収量だけでなく、病虫害の大幅な軽減をも目的としたものである。ブラジルの著名な学者と研究者で作った基準は、この点を考慮せず、試験場の試験や多くの農場を観察した結果、肉眼観察で葉に欠乏症状が出ず収量も普通であれば可として作られたらしく、表2-14、2-15の基準とは大きくかけ離れている。

これを基準にしては、欠乏症状が出なくとも病虫害が多発し、根の吸収力が低いために多肥栽培となる。

その良い例がブラジルを代表する作物のコーヒーである。約7年ほど前までは養分吸収量の2.5～3倍のチッソを施肥するのが有名な農協やコンサルタントの指導方針の基本であった。当然病虫害が多発し、肥料代以上の農薬を使わなければまともな収穫ができない。筆者はその頃5つの大農園の栽培技術の改善を引き受けていた。施肥ではチッソの施肥量を吸収量の1.2倍に落とし、微量要素は弊社のコーヒー用基準、アミノンとリブミンを含むパッケージをコーヒーの全面積に実施して、初年度より無農薬で高品質、収量も2

～3割以上の増収という結果を得ていた。これには微量要素の適正施肥が不可欠であったと思う。

②微量要素施肥基準の計算法

まず、各元素の基準値に対する不足量を計算する。

一例としてイチゴ畑の分析値は表2-16のようであった。

表2-16　例題―分析結果

	Zn	B	Fe	Cu	Mn
分析値（ppm）	2.5	0.1	55	2.6	18
目標値（ppm）	10	3	30	2	10
差（ppm）	−7.5	−2.9	25	0.6	8

表土10cmの深さに施用する場合は、1ppm＝1kg/haに相当する。深さ15cmに混合攪拌する場合は1ppm＝1.5kg/haとなる。経験的には1ppm＝1kg/haで効果が認められているので、ここでは1ppm＝1kg/haの計算方法を使うこととする。

元素の不足分は、Zn7.5kg/ha、B2.9kg/haのみである。これを使う資材の種類に応じて、施肥量を次の要領で計算する。

Zn：　硫酸亜鉛（Zn20%）でZn7.5kgを1haに施肥するには、Zn7.5kg÷20%＝37.5kg/haとなる。

同様に、B2.9kgを硼砂として1haに施肥するには、

B：　硼砂（B11%）の場合、B2.9kg÷11%＝26.4kg/haとなる。

＊

以上はha当たりの施用量であるから10aの場合は1/10の量となる。これらを水に溶かして移植前に噴霧器で表土に散布するか、土壌改良剤と混合散布して土と攪拌する。

③微量要素資材（農業用、土壌施用）

現在市販されている資材は数多くあるが、土壌施用のためには、次のようなものが適切であると考えられる。キレート化合物（EDTA、EDDHA）は、葉面散布、水耕液にのみ使用する。

Zn：　硫酸亜鉛（Zn20%）水溶性

表2-17　野菜の微量要素吸収量

単位	Zn	B	Fe	Cu	Mn	Mo
g/10a	2～40	2.5～10	10～100	10～60	5～50	0.25～1
g/ha	20～400	25～100	100～1,000	100～600	50～500	2.5～10
kg/ha	0.02～0.4	0.025～0.1	0.1～1	0.1～0.6	0.05～0.5	0.0025～0.01

表2-18　収量1tを生産するに必要な量（g）

	Zn	B	Fe	Cu	Mn	Mo
稲	37	18	263	3	99	0.26
トウモロコシ	85	13	292	29	119	0.63
大豆	67	33	566	33	200	3
レタス	9	-	8	4	10	-
ニンジン	7	9	60	1.5	13	-
エンドウ	450	170	250	44	250	5
トマト	25	5	25	10	24	0.012
オレンジ	0.9	2.2	6.6	1.2	2.8	0.008
リンゴ	0.2	1	8	1	0.8	0.001
モモ	1	1.5	5	1	1.5	0.004
ブドウ	0.6	4	3	4	2	0.003

珪酸亜鉛（Zn20%）酸可溶、水不溶性

酸化亜鉛（Zn72%）酸可溶、水不溶性

B：　硼酸（B17%）水溶性

硼砂（B11%）水溶性

Ulexita（B10%）（硼酸石灰ソーダ：天然物）酸可溶50%、水溶性50%

硼酸石灰（B11%）酸可溶、水不溶性

Cu：硫酸銅（Cu12%）水溶性

酸化銅（CU70%）酸可溶、水不溶性

Fe：硫酸鉄（Fe19%）水溶性

Mn：硫酸マンガン（Mn26%）水溶性

酸化マンガン（Mn70%）酸可溶、水不溶性

Mo：土壌施用はしない。葉面散布または種子粉衣のみ

（Co：土壌施用はしない。種子粉衣のみ。現在はマメ科作物のみ）

Cl： 施用しない。

過去10年間にFeの土壌施用を必要としたことはなく、欠乏症状が出た場合も土壌のpH調整または葉面散布のみで解決できている。

④参考資料：微量要素の吸収量

野菜の微量要素吸収量について、山崎氏は表2-17のように計算している。また、MANOEL E.FERREIRA、MARA C.P.CRUZによれば主要作物の吸収量は表2-18の如くである。

5. 施肥の精密設計

(1) 施肥を考える基本

施肥の精密設計とは、土壌分析で土壌中の養分を計算し、また作物の養分吸収量を計算し、さらに作物の生育状態、現在まで数年の栽培暦を検討して、施肥設計を組み立てることをいう。これが優れた現場での営農指導員やコンサルタントのやりかたであると思う。

筆者の土壌管理と施肥（栄養管理）のコンサルタントとしての手法は、

(1)見診：畑で作物と土、周囲の環境を見る。これで作物の健康状態のどこに問題があるのか、大体の見当がつく。

(2)問診：栽培歴を訊く。とくに最後の3年間の施肥と土壌管理は詳細に訊く。

(3)触診：植物体と土に触れて診る。これで植物の健康度と土の良し悪しが分かる。

(4)土壌分析：表土と下層土の化学分析はモリブデン以外の微量要素（Zn、B、Mn、Cu、Fe）を含む。物理分析はしない。

土に触り、土の表面を観察し、植物を診ることで、通気・透水性と栄養管理の良し悪しも分かる。これは理屈ではない。経験の積み重ねで養われる直感である。芸術の鑑賞眼を養うのとよく似ていると思う。良い作物、普通の作物、悪い作物を数多く見て歩くことである。真剣に取り組めば1～3年で会得できる。

(1)～(3)に(4)の土壌分析の結果を合わせて、土壌管理と栄養管理、病虫害防除の処方箋が出来上がる。そして処方箋をチェック修正して、生産者が実

行に移せる最終的な処方箋に仕上げる決め手は、経験と直感といってよい。

筆者は長年、この方法の施肥設計を現場で指導し、過去50年間で以前よりも悪くなった例は一例もない。ほとんど全部が、肥料の節減、品質と収量の改善、病虫害の減少に成功している。

土壌分析だけで施肥設計をする技師が多いが、どんなに精密な土壌分析（微量要素を含む）でも、これだけでまともな設計ができるはずがない。土壌の化学性の改良や、施肥の大きな失敗をさけるための資料としては役立つが。

微妙で間違いやすいのは養分吸収である。春と秋では、植物の生育の仕方、草丈や枝葉の状態、養分の吸収力が全く違う。指導員や生産者の皆さんにおすすめしたいのは、春から秋まで毎月種子を蒔いて、どういう育ち方をするか、観察することである。百姓なら一生に一度ぐらいやってみなさい。これが同じ品種かと驚くほど差のでることが多い。当然施肥量にも大きな差がでる。バレイショやレタスなど春まきは秋の半分の肥料でよい。厳密にいうと、春でも秋でも1カ月違えば、適正施肥量は違うといってよい。

別の見方からすると、土作りや作付け体系、防除、その他の基礎技術がしっかりしていれば、施肥は多少間違っても植物は生育生産してくれる。

筆者は、駆け出しの営農指導員の時代、栽培指導のデータ作りに、植付け時期試験、播種間隔試験、品種試験、肥料試験などを数年間続けた時期があった。試験場の圃場試験と同じ方式の露地栽培で統計分析付き、であった。また最近では、ハウスでの苗仕立てに、培養土組成、温度、水分、肥料の組成と施肥量、などの試験を3年間続けている。これらの経験からいえることは、施肥量など多少間違ってもかまわない、標準から20～30%の間違いでも、たいした影響はない。それよりも他の要因のほうがずっと植物の生育に影響力が大きい、ということである。

*

第1版を発行した時点から、生理活性剤と土壌改良については、十分に自信がありながら、本冊子の施肥設計については一般の農業書にあるような基礎理論を主体にし、それに筆者の体験を加えた程度のものになってしまったことに物足りなさを感じていた。

この物足りなさが何かを考えてみると、農学上の施肥の基礎理論の未熟さもさることながら、おおげさな表現かもしれないが、筆者の努力と誠意が足りないためか、自然の法則の一部であり土壌肥料の真髄となる法則を宇宙の自然神から未だに教えて貰えていない、という点にある。

地力維持と施肥設計のコンサルタントとしては一応成功したとは思うが、経験と多数の農場の観察から生まれた直観力に頼るところが多く、とくに施肥設計については理論的にはうまく説明できないほど未熟なのである。

栽培の現場には、現在の農学で説明できない現象が多すぎる。何十年も手を加えず、1年平均1本の木で100kg以上も成り続ける庭先のマンゴー。かつてはただ同然に安かったのが、アメリカの改良種が導入され、在来種は1〜2種を除いて市場から一掃されたが、後出「③果樹」例3のように多肥と農薬で栽培されるアメリカの品種でも、無肥料で栽培できることが証明された。筆者の農場には、30年以上も、隔年結果はするが毎年100〜200kgを無肥料で収穫している柿の木があった。筆者はこれらの観察と推察を「養分吸収の神秘」と題して別の場で書いた。また、石灰のない土に植え続けると、土中の石灰を増やすトクサのような植物もある。ここには微生物の働きやケイ素がカルシウムに変わるという元素転換説、未知のエネルギーの介在も考えられる。要するに、筆者も現在の農学も、栽培の現場で出会う幾多の感動的かつ神秘的な現象や、無肥料での成功事例を説明できるだけの、確固たる理論を持ち合わせていないのである。

理屈はともかく、施肥の基礎となる養分吸収をじっくり見直してみよう。

植物の養分構成（乾物）を見ると、もっとも大量に吸収されるのは、炭素（C）、酸素（O）、水素（H）で、この3要素が96%を占めている。植物はこの3要素を、空気中からは炭酸ガス、土中からは水の形で吸収する。肥料成分のNPKはわずか3%にもみたず（N 1.5%：P 0.2%：K 1.0%）、以下Ca 0.5%、Mg 0.2%、S（イオウ）0.1%、微量要素合計0.5%、となっている（Epstein, 1965）。

有難いことに空気と水は天の贈り物、ただであるが、じつはこれらが養分吸収の担い手となる成分である。植物は太陽エネルギーの力で空気と水から有機物を合成する。これを光合成という。光合成で作られたブドウ糖は、蔗

糖の形となって根まで降りていき、根から吸収した酸素で燃焼分解され、解き放たれたエネルギーで養分を吸収する。

上記5行を読んで、読者は施肥技術の基本が光合成能力の向上と土中への酸素供給であることに気づかれるであろう。その証明の一つが「アミノン-25のセル苗生育に対する影響」の試験結果に表れている。

この試験はアミノンの濃度を変えて何回も繰り返されているが、数値に多少の差はあれ、すべて同様の結果を示しており、極めて再現性の高いものである。

3種の野菜の苗の軽量培養土での栽培結果を検証してみると、播種後28日目の苗生体に含まれているチッソ成分量は、施肥量と培養土中の総量よりもはるかに多いのである。本試験は苗培養専用のハウス内で温度や培養土の水分と通気性が適正に管理されており、この生体重の差は、光合成能力が促進されて吸収エネルギーが増え、C、O、H以外の養分もバランスよく吸収された結果であるといえる。

ここで読者に理解して頂きたいのは、養分吸収のかなめになるのが光合成能力である、ということである。

*

昔、筆者が実施した試験のなかに、バーミキュライト（VM）のテストがある。粘土質で腐植と栄養分の少ないラテライト土壌の下層土に適量の化学肥料を加え、レタスを播種する。VMの量を次第に増やしていくと、生体重も増えていき、苗の重さはVMを含まない対照区の2倍以上に生育した。これは苗の酸素要求量がいかに大きいかを示すものであるが、露地栽培においても、根に酸素を供給するための通気性が土壌改良のポイントになるのは間違いない。

筆者の農場には、水耕栽培ハウスがあるが、培養液の酸素含量が低いと、どんなに培養液の組成が優れていても、収量品質が悪く、特に真夏は病害が多発する。

要するに作物の栽培で施肥以前に重要なのが根への酸素供給ということになる。

通気性、保水性、化学性のバランスなどができていないと、肥料は効率良

く吸収されないのである。

*

1975年頃から、腐植酸系土壌改良剤を肥料と混合して施用すると、肥料の吸収率が大きくなることが分かっていたが、正確なデータを提示することができなかった。

体験上、筆者はリブミン施用の場合、特に肥料と混合施用の場合は肥料の30%減をすすめてきたが、最近この方法がブラジルの大型作物でも注目されるようになった。

この作物の代表は、サトウキビとワタである。リブミン300～500kg/haをNPK化学肥料と混合施肥すると、肥料成分を30%減らしても増収、サトウキビでは収穫を20～30日早めても糖度がより高くなる、という結果がでている。

ブラジルの公的機関の研究では、レタスの水耕栽培で養液に少量のフミン酸（20ppm）を溶解して、生体重が2倍になった、という報告がある。信じられない数値なので、筆者は追試をする予定である。

リブミン混合による施肥量の節減と増収効果には、更なる研究の成果が期待できる。

*

施肥技術の究極の目標は、無肥料ないし超減肥料栽培である。生育条件が最高に整って無肥料で成功した記述のような実例は数多くあるが、いまだ一般に普及できる技術としては確立できていない。特に多収穫と純利益の経済効果優先の大型作物や一作物の連作（3～4回/年、あるいは数年）の場合は、自然農法や従来の有機農法の技術では、現実に直面している施肥技術の改善には程遠いものがある。

ブラジルのダイズ栽培の先進地帯では、4～5t/haの高収量の場合でも、チッソを固定する根粒菌の施用で、少量のリン酸とカリを施肥する無チッソ栽培の技術が確立されている。

以上から、施肥は、増収、高品質、減農薬を実現する多くの要素の一つにすぎず、それ以上に他の生育条件が重要であることを念頭において、この項を参考にしていただきたい。

(2) 慣行的施肥量算出の理論と実際

日本では各県の農業試験場や農林水産部、農協などが各作物別、作型別の施肥基準を作成して生産指導を行っている。一般に理論値よりやや高くなっているが、なかには首をかしげたくなるほど多肥設計のものもある。またハウス栽培では養分が年々蓄積し、過剰になっているのに、施肥量を減らさず、養分過剰と濃度障害による低収量、低品質、さらに病虫害の多発を招いている場合が多い。

これを是正するには、関係者は、対象農場の施肥設計が妥当かどうかをチェックするために、まず施肥の基礎理論を勉強し直し、各作物の症状を見て、養分の過不足や吸収率を判断できる診断能力を身につける必要があると思う。

このような現状の中で、千葉県で開発され実用化されている土壌診断システムは、土壌分析データを入力して次作の施肥規準をデータベースから読み込み、不足養分に対しては必要量を算出し、過剰養分については施用中止または減量を指示する。この診断システムは、園芸作物にとっては優れた先進的手法といえよう。

施肥設計の基準となる図式は、

$$\text{施肥量(1)} = \frac{\text{目標収量を得るための養分量(2)} - \text{天然養分供給量(3)}}{\text{肥料の利用率(4)}}$$

である。ここで、(1)目標収量を得るための施肥量を求めるために、

(2)作物の目標収量に吸収される養分量は、作物の根、茎葉、実、そして作物全体の分析値から、ほぼ正確に割り出せる。各作物の10a当たりの収穫量と吸収された養分量は、各地の試験場や研究機関などから発表され、多数のデータが揃っている。

(3)天然の養分供給は、土壌から最も多く受け、水からの供給はケイ酸や石灰、マグネシウムなどで、チッソ、リン酸、カリは施肥計算に入れるほどの量は供給されない。

大気からの供給はチッソとイオウであるが、微生物による空中チッソの固定はその施肥量を大きく左右する。特に、熱帯や亜熱帯では固定量が大きく、環境作り如何によっては、無チッソで栽培できる作物も多数ある。

天然供給量の信頼できる算出法は、圃場での肥料3要素試験での各要素の

無施用区の収量と、作物体の分析値（作物100kgの吸収する各要素の量）から計算する方法である。

野菜の既耕地では土壌からの供給量がきわめて大きく、前作までの残肥が多くあり、5要素の土壌分析値が次の数値以上の場合は無施用で良いと言われている。すなわち、

置換性マグネシウム 1.74me、置換性カルシウム 17.86me、置換性カリ 0.54me、有効態リン酸 35.6mg/100g。チッソは土壌分析値での無機態のNをそのまま天然供給量と計算して上記の計算で差し引いてよい。

(4)肥料の利用率（吸収率）について、施された肥料は全部吸収されるわけではない。雨水で流亡したり、チッソなどガス化したりして失われる部分もある。また土壌に固定され、作物に吸収されないこともある。さらに、作物の養分吸収力を左右する因子としては、光、温度、空気、水、土壌の物理性化学性や濃度障害、更に作物の栄養状態、種類と品種、根の活力、など多数あり、影響力も大きい。先の5因子のうちどれ一つをとってみても、それらの適不適が、施肥量の増減20%よりも、収量に対する影響力は大きいものである。

一般的な肥料の利用率を表2-19、2-20に示す。

表2-19　3要素肥料の平均的吸収率（JA全農、1999）

区分	水田	畑
チッソ肥料	20～50%	40～60%
リン酸肥料	5～20%	10～20%
カリ肥料	40～70%	40～70%

表2-20　養分利用率（%）（JA全農、1999）

田畑	成分	基肥	追肥	穂肥
水田	N	60	70	80
	P_2O_5	20	—	—
	K_2O	60	80	80
畑	N	50	80	
	P_2O_5	10～20	—	
	K_2O	40～60	80	

1. N、K_2Oの利用率は土性で異なる。L（壌土）には1、S（砂土）には0.7、SL（砂壌土）は0.8、CL（埴壌土）は0.9、C（埴土）は1.1、腐植土は0.9を乗ずる
2. P_2O_5の利用率は、Lは上に同じ、Cは0.7、火山灰土0.5を乗ずる
3. この利用率は化学肥料に限る

(3) 施肥量の調整技術

より実用的に活用できる方法として、品目別に紹介する。

①野菜

野菜の場合は、40年前（1960年）であるが、山崎氏が発表した方法は、筆者が多年応用してみて、野菜施肥量の計算法としては、現在でも十分実用価値の高いものである。ただし、現在では、長年の間に栽培品種が変わり、収量もイチゴやピーマンのように大きく変わってしまった作物も多く、それに応じて吸収量も変わるので注意を要する。

表2-21　野菜の標準収量を得るための必要成分量（山崎）

大別	10a当たりの収量（t）	10a当たりの必要成分量（kg）				
		チッソ	リン酸	カリ	カルシウム	マグネシウム
1	キュウリ(8) トマト(8) ナス(8) ピーマン(3) メロン(5) カボチャ(8)	24	8	40	32	6
2	カンショ(6) カブ(6)	18	6	30	24	5
3	カンラン(4) ハクサイ(6) セルリー(4) ダイコン(6) ニンジン(2) バレイショ(4)	12	4	20	16	3
4	イチゴ(2) ソラマメ(2)	9	3	15	12	2
5	タマネギ(6) ホウレンソウ(2) チシャ(2) エンドウ(1) インゲン(1)	6	2	10	8	2
リン酸を1とした場合の比率		3	1	5	4	0.75

表2-22　施肥量算出倍数（山崎）

種類	チッソ	リン酸	カリ
砂土	1.3～2.0	1.2～2.0	1.0～2.0
砂壌土	1.2～1.8	0.5～2.0 3～6（吸収力の大きい土）	0.5～1.0
壌土、埴土	1.0～1.5	0.5～2.0 3～6（吸収力の大きい土）	0.5～0.8

表2-23　土壌の種類・作物の吸肥力の大小別にみた施肥倍率（山崎、1960）

成分	N			P_2O_5			K_2O		
作物吸肥力	A	B	C	A	B	C	A	B	C
砂土	1.5	1.8	2.0	1.0	1.5	2.0	1.0	1.2	1.5
砂壌土	1.2	1.5	1.8	0.5～3	0.8～4	1～6	0.5	0.8	1.0
壌土	1.0	1.2	1.5	0.5～3	0.8～4	1～6	0.5	0.8	0.8
埴壌土	0.8	1.0	1.2	0.5～3	0.8～4	1～6	0.5	0.5	0.8

表2-24　吸肥力の分類（山崎、1960）

吸肥力	種類
A　強いもの	トマト、カボチャ、サツマイモ、大根、ニンジン、アスパラガス、ソラマメ、インゲン、エンドウ
B　標準	キュウリ、ナス、カブ、キャベツ、カリフラワー、イチゴ、ホウレンソウ、レタス
C　弱いもの	スイカ、メロン、ハクサイ、セロリー

筆者はコンサルタントとしても、長年多くの農場で多数の作物の施肥設計を手がけてきたが、野菜での5要素の施肥は、基本的に次のような方法をとっている。

(1)酸度及び塩基の濃度とバランス調整（後述「6．本技術に基づくパッケージの作成要領」）。

(2)微量要素レベルの改善（後述「同上」）。

(3)作物の目標収量を決める。例：トマト（露地）目標収量 10t/10a

(4)100kgを生産するに必要な養分吸収量：チッソ0.3kg、リン酸0.1kg、カリ0.5kg

(5)施肥倍率を決める（表2-22、山崎式）。チッソ×1.3、リン酸×2.0、カリ×0.5
分析結果では、リン酸とカリ含量が比較的高いので倍率は低くした。

(6)施肥量を算出する（100×(4)×(5)）。チッソ 39.0kg、リン酸 20.0kg、カリ 25.0kg

土壌中の残存N（無機態）量を差し引く。例：分析でアンモニア態N5mg/100g、硝酸態N10mg/100g、計15mg/100gは、15kg/10aに相当する

表2-25　参考資料：収穫物100kgを生産するのに必要な養分量（kg）の目安（野菜）

（JA全農、1999）

作物	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO
キュウリ	0.3	0.1	0.4	0.4	0.08
トマト	0.3	0.1	0.5	0.2	0.05
ナス	0.4	0.1	0.7	0.1	0.05
さやエンドウ	1.6	0.6	1.1		
さやインゲン	1.0	0.5	1.0		
イチゴ	0.6	0.2	0.8	0.5	0.2
夏キャベツ	0.5	0.2	0.7	0.3	0.07
ハクサイ	0.4	0.1	0.5	0.2	0.05
レタス	0.4	0.1	0.8	0.2	0.07
ホウレンソウ	0.5	0.2	0.4	0.1	0.2
カリフラワー	1.2	0.4	1.6	0.8	0.1
ネギ	0.2	0.05	0.3	0.2	0.02
タマネギ	0.1	0.06	0.2	0.1	0.03
早生ダイコン	0.2	0.06	0.2	0.1	0.02
カブ	0.4	0.2	1.0		
ニンジン	0.8	0.4	1.7	0.6	0.08
バレイショ	0.3	0.2	0.4		
カンショ	0.3	0.1	0.6		

のでこれを差し引く（－15kg）。

カリ、石灰、苦土、リン酸は、土壌分析での交換性K、Ca、Mg、有効リン酸が、表2-27に示す「野菜と果樹の土壌分析の目標値」の上限を超える場合は、無施肥。

(7)3要素の施肥量。チッソ 24.0kg、リン酸 20.0kg、カリ 25.0kg

(8)石灰と苦土は、土壌分析結果から、塩基飽和度を作物と土性により60～80%になるよう、また、両者の比率は土性により3～6：1（me）となるように、炭カル、消石灰、苦土石灰などを使って計算し、植付け前に散布攪拌する。これで、pH(H_2O)も6.3～6.8に調整できる。この方法では、石灰と苦土の施肥を考える必要がない。

(9)腐植含量（分析による）が低い場合は、リブミンを施用する。できれば

堆厩肥も利用する。

(10)高度技術：アミノン-25、ミクロフォールの施用。

*

野菜の土壌分析値による含有量の判断基準（岸本晟－ブラジル）では、5要素について次のような指標値を紹介している。

全チッソ（%）

0.07　これ以下は低い

0.13　これ以上は高い

有効態リン酸（100m*l*中）

5mg　これ以下では欠乏症がでる

10mg　野菜ではこれ以上必要

35.6mg　この間が健全土壌分析値

200mg　これ以上は無施用

置換態カリ

0.17me　これ以下では欠乏症の出る可能性がある

0.32me　この間が健全土壌

0.54me　野菜ではこれだけ必要で、野菜外では過剰害の出るおそれがある

これ以上は無施用で栽培できる

置換態マグネシウム

0.50me　これ以下では欠乏症のでる可能性がある。

1.25me　この間が健全土壌

1.74me　この含量があれば無施用で野菜ができる

置換態カルシウム

2.00me　この数値ではトマトで尻腐病がでる可能性がある
5.00me　ジャガイモはそうか病があるのでこの程度でよい
7.14me
　　｝この間が健全土壌の分析値
10.80me｝野菜ではこれだけ必要でこの含量があれば無施用でできる
17.86me　これ以上は過剰害が出る

この岸本氏の判断基準を、ブラジルの各種野菜の栽培で追試、とくにトマト、タマネギ、花卉では数年にわたって多数の農家で応用したが、失敗例がなく、十分実用に耐えることが証明された。土壌分析に基づく微量要素の施肥、リブミン、アミノンとの併用で、肥料の削減だけではなく、農薬の使用は数分の1になり、増収と品質の向上と相俟って、積年の借財を一掃した農家も数多くあった。

施肥量が決まると、生育期間の短い作物は元肥1回の施肥でよいが、生育期間のやや長い葉菜や根菜は元肥＋追肥1回、生育期間の長い果菜類では、追肥は数回あるいは数日おきに分施する。この場合、元肥と追肥の割合、間隔、1回当たりの施肥量はCEC（塩基置換容量）と吸収曲線によって決める。

*

更に、次の4つの因子、その他を考慮に入れ、作物体を観察して、倍率と施肥量を最終的に決める。

(1)品種：同じ作物でも品種によって吸収量に大差があるので、より正確な計算をするには、対象品種の養分吸収量や吸収力の強弱を、試験場や研究所に問い合わせ、把握しておく必要がある。

(2)播種期：生命エネルギーの流れが速い春と、おそい秋では、吸収力及び吸収量が大きく異なる。バレイショのある品種では、チッソの施肥倍率が春蒔きは0.7倍、秋蒔きは1.2倍、と大差がある。長日性作物の多くは同様の傾向を示す。土壌菌のチッソ固定能力も生命エネルギーの流れに同調している可能性が高い。

(3)生育環境：ハウス内では、特に温度、水分の環境作りが大切である。

土壌環境で、通気性、透水性は、施肥では補えない重要な因子である。土壌成分では、腐植の質と量が微生物活性にあたえる影響は極めて大きく、特に、チッソの固定量、すべての養分の吸収量をも左右する。養分間のバランスでは、Ca/Mg/K比や、微量要素の過不足も重要で、例えば一微量要素の不足が、顕在的な欠乏症状に出なくとも、吸収力を減じ、2〜3割多く施肥しなければならない、という結果を招く。

(4)生育期：植物にも人間と同じように、幼齢期、壮齢期、老齢期があるが、それぞれ養分にたいする吸収力が相当異なる。長期どりのトマト、ナスなど、収穫後半は根の活力が落ち、吸収力が低下するので、必要な養分吸収量に対して施肥量の倍率を高めねばならないが、実際問題としては、それよりも後述のように、例えばアミノ酸の土壌灌注や葉面散布で根の活性化、新根の再生を図ったほうが効果的である。

(5)その他：上記1〜4以外に根の活力、作物の栄養状態なども、吸収力、施肥倍率に影響をあたえる。

②穀類

主な穀類の養分吸収量を知る参考資料として表2-26を掲げる。

イネ科穀類は、野菜に比べて吸収力が強く、3要素の利用率は表2-19の上限、すなわち、チッソ50〜60%、リン酸20%、カリ70%と考えてよい。日本では基本的には野菜のように施肥倍率を掛けるのではなく、前掲の「施肥設計の基準となる図式」(85頁)で施肥量を決めている。

表2-26　収穫物100kgを生産するのに必要な成分量（kg）の目安（JA全農、1999）

作物	N	P_2O_5	K_2O
水稲	2.0	0.9	1.9
オオムギ	2.2	0.8	1.7
コムギ	3.0	1.2	2.4
ダイズ	6.9	1.4	1.8
アズキ	5.7	2.2	6.5
実とりトウモロコシ	2.4	1.2	2.9
青刈りトウモロコシ	0.2	0.07	0.5
ソルゴー	0.2	0.08	0.4
イネ科牧草	0.5	0.1	0.5

亜熱帯地方では、単独チッソ固定微生物の中でも、有機栄養微生物（好気性－Azotobacter、Beijerinckia、Nocordia、Pullulariaなど、嫌気性－Clostridium、Aerobacter aerogenes、Achromobacterなど）の活性度が高く、チッソの固

定能力が大きい。これらの菌は、ワラなどの有機物を栄養源として、チッソは空気中のチッソを固定する。特に、水稲とトウモロコシに顕著で、多量の前作のワラや茎葉をすきこむ場合、その固定能力は60kg/haを超え、チッソ施肥量ゼロ、骨粉のみの施用で標準収量を得たという報告がある。

ブラジル最南部で3万ha以上の水田を経営する農牧会社（世界最大？）を訪問したことがあった。播種と施肥は飛行機で、平均収量は5t/ha近くと高く、施肥は尿素60kg/haを航空散布するだけである。これが数十年も続いている現実も現在の施肥理論では説明できないものである。

ブラジルでは、ダイズのようなマメ科穀類には、共生チッソ固定微生物である、Rhizobium菌の製剤を粉衣すると、チッソ施肥はゼロか、ごく少量で標準収量を得ることができる。

*

常に低迷する国際価格に悩まされている穀類生産国のなかで、サンパウロ州立農業試験場の研究はずば抜けており、目標収量と土壌分析値、葉分析値をそれぞれ数段階に分けて施肥のガイドラインを作成している。各作物毎2ページ弱で、州で栽培されているほとんど全部の作物の施肥と、一般解説を含め、約300ページの立派な施肥ガイドラインとなっている。

③果樹

施肥量の理論的算出法は、果樹の場合も「施肥設計の基準となる図式」に準じてよいが、施肥量は、作物の種類と品種、樹齢、貯蔵養分の多少や土壌、特に下層土の性質、などによって、野菜とは比較にならないほど大きく左右されることを忘れてはならない。

実際的なのは、各県で示されている作物別吸収量と施肥基準を参考にし、各園の状態に応じて決める方法がよいと思われる。最近、関東以北の落葉果樹生産県を回って、農協の施肥基準を調べてみたが、おおむね適正値に近いものが多かった。だが日本全体をみると、いまだに多肥栽培を標準としている県が少なくない。これは、施肥量、収量と吸収量を比較計算してみると、簡単に誤りが分かる。チッソでは吸収量の1.5倍以上を施肥している場合は、迷うことなくそれ以下に減量したほうがよい。

果樹の生産量と品質に大きな影響を持つのは、土壌とその管理である。肥

料の2〜3割の増減よりも、土壌改良の効果のほうが増収効果が高い、という場合が多い。オレンジ、ブドウ、モモ、熱帯ではコーヒーの場合、その差が特に大きい。

土壌管理のいかんにより、施肥、収量がどう変わるかを示す二、三の例をあげる。

【例1】オレンジ

オレンジは、国際競争が熾烈で、単位面積当りの利益が少ないため、施肥管理が徹底している。筆者が土壌施肥管理を引き受けたオレンジ園は面積2,000haの著名な大農園で、樹齢は12〜15年であった。最盛期の収量は、平均40t/haあったものが次第に落ち、筆者の所に相談に来た時は20t/haとなっていた。施肥量は収量に応じた吸収量の、チッソ1.5倍、リン酸8倍、カリ2倍が施肥されていたが、この倍率は変更せず続けることにし、収量目標を30t/haに上げ、施肥量もそれに応じて増加した。変えたのは、フミン酸系土壌改良剤リブミンの施用と、生理活性剤アミノンの年5回の散布、除草剤ラウンドアップの中止と、大型機械除草による草生栽培への切り替えだけであった。リン酸とカリの倍率が高いのは、土壌中の両成分の含有量が低く、肥料メーカーの12-6-12の配合肥料を使っていたためである。1年目、収量目標を達成できたので、2年目も同じ方法で収量40t/haに戻すことができ、その後も数年にわたってこの収量を維持することができた。

【例2】ブドウ

ブラジル南部の生食用ブドウ園の施肥量と病虫害の発生と収量の相関性を調べたことがあるが、低収量、低品質、病虫害多発の農園は、ことごとく吸収量より高い施肥量であり、優良園は、吸収量以下の施肥量であった。

醸造用品種のブドウ園では、ブラジル一のぶどう酒生産者組合の技師に、20年間無肥料で栽培しているブドウ園に案内されたことがあった。この園は植付けのとき石灰で酸度矯正をしただけであるが、年間15t/haの収量を長年つづけていた。

チリーの80年の歴史を持つ有名な超優良ワイナリーの80haのブドウ園でも、無肥料で15t/haを維持していた。これらは有効微生物と、根圏内で養分交換をする力が大きいため、と思われる。

【例3】マンゴー

従来の品種は通常無肥料で栽培されていたが、近年北米から導入され、またたくまに普及した品種は、オレンジ以上の施肥量で、清耕栽培、農薬を散布するのが常識となっている。そのなかで、筆者が2家族の無肥料栽培の生産者を訪問したことがあった。いずれも収量は成木で1本当たり100kg以上、品質もきわめて良。他の農園との差は、剪定した枝葉はすべて樹冠下にマルチ材として使っており、除草剤をはじめとする農薬は散布していなかった。技術者や農薬会社の指導を受ける一般農家は、病虫害軽減という名目で剪定枝は園外に運び出し、樹冠下はきれいにしておくのが普通である。

一家族は、この北米系のマンゴーを無肥料、他の一家族は、硝酸カリの葉面散布のみを年に数回くり返しており、収量も120〜150kg/本と通常より高かった。

結局、果樹の場合も、高品質高収量を目指すには、土作り、根作りを優先し、その後に施肥を考えるということになる。

土作りと表土の管理（マルチ）、根作りができていれば、理論値による施肥量で、目標の収量が得られるはずである。筆者の経験では、むしろ、理論値による施肥量よりも、少ない施肥量でよい場合が多くあった。特にブドウやカキでは、土作り、根作りがよければ、施肥量が吸収量よりずっと少なくても標準以上の収量を維持できる。

なお、微量要素は、不足の場合、前述の微量要素施肥基準に達する計算量を、亜鉛、銅、マンガン、鉄は酸化物として、ホウ素はホウ酸石灰として施用する。

④おわりに

最近の二、三十年来、日本とブラジルの両国を往復しながら、痛切に感じていることは、一般農家の施肥量が多すぎるということである。これは、農家や指導的な立場にある技術者が、収量品質は、肥料に一番大きく左右されると錯覚しているから、ではないだろうか？　反面、土壌環境の調整や改善が軽視されている。これらは、農業技術が進んでいるといわれている国々に、共通の現象である。この現状が続く限り、土壌と水の汚染は更に進行し、病虫害の問題もいつまでたっても解決できないと思われる。

その解決のカギは、慣行技術としての生育環境の整備、及び、新技術としては、光合成能力の飛躍的向上と、土作り・根作りにある。

レタスのセル苗及び圃場での栽培試験に見られるように、アミノン散布により、光合成は飛躍的に向上し、養分吸収力が強くなり、肥料の利用率も上がる。結果的に、収量、品質も向上する。

無農薬、高品質、高収量の目標を達成するためにも、現行の施肥のあり方を再検討し、筆者の提唱する新技術を検討利用していただきたい。

6. 本技術に基づくパッケージの作成要領

キーワードは次のとおり。

(1)土作り：通気・透水性の改善。有効土層をより深く。高度技術－リブミン。塩基の量とバランス。

(2)光合成増進：高度技術－アミノン。

(3)適正施肥：吸収量と吸収力に基づく多量及び微量要素の施肥設計。

(4)BIL（生物的許容水準）法による病虫害防除。

(1) 土作り

土作りは、長期的には緑肥栽培をふくむ輪作体系が基本となるが、ここでは1～2年の短期での土作りの方法を述べる。

①既耕地

リブミン100kg/10aの全面散布。10年以上耕作した既耕地のほとんどが通気・透水性の悪い状態となっている。この状態の表土全面と下層土を改善し、有効土層を深くするのは、堆厩肥だけでは不十分である。腐植酸石灰リブミンの効果が高い。

②新造成地

傾斜地である新地や既耕地を、埋め立てまたはテラス状に改造するには、まず表土を除け、下層土の形状を整えてから表土をその上に戻すのであるが、近年はいきなり形状を整えただけの荒っぽい造成地が多い。この場合は、リブミン200～300kg/10aを苦土石灰及び燐鉱石粉末（ヨウリンでもよい）と合わせて表土に散布攪拌する。成分の施用量は表2-27の最低量以上、すなわ

表2-27　土壌分析値に基づく野菜と果樹の診断基準

成分	上限	標準	下限	備考
pH（KCl）	6.5	6	5	
pH（H2O）	7	6.7	6	
EC（mS/cm）	1	0.3	0.05	上限を超えると乾燥時に塩害が出る
有効リン酸（mg/100g）	120	30	10	
交換性 Ca（me）	11	8	7	
交換性 Mg（me）	3	1.5	1	
交換性 K（me）	0.7	0.4	0.3.	下限以下でも調整はしない、施肥量を増やす。上限以上は無肥料
交換性 Na（me）	0.7	0.35	0.05	通常は分析しなくこともよい
塩基飽和度（野菜）	90	80	70	この数値は灌水条件下である
塩基飽和度（果樹）	80	70	60	上限を超えると、乾燥時、毛根枯死の危険性がある
Ca/Mg 比（me）	5〜3			塩基置換容量の小さい砂土では、数値は大きいほうが良い
Mg/K 比（me）	10〜2			調整はしない
Ca/K 比（me）	12〜3			同上
腐植（%）	5	3	2	堆肥と草生栽培で標準値に近づける
Zn（ppm）	12	10	6	最低が標準値になるよう土壌に施用
B（ppm）	6	3（2）	1	同上
Fe（ppm）	120	30	20	同上
Cu（ppm）	8	2	1	同上
Mn（ppm）	50	10	4	同上
Mo（ppm）	―	―	―	

続木善夫注：分析結果は標準近くが理想であるが、EC、チッソ含量、交換性カリ、リン酸吸収係数は調整しなくともよい。栄養分の不足は施肥で補う。

ちリン酸10mg/100g、石灰7me、マグネシウム1.0me以上となるよう計算して施用する。1〜2年緑肥を植えると良い。

③果樹の植え穴

作物の種類に応じてタテ・ヨコ80〜100cm、深さ40〜100cmの植え穴を掘り、掘り上げた土の容量に対し5%のリブミンを良く混合し、埋め戻す。例えば1m×1m×50cm＝500リットルの植え穴の場合、5%に相当する25kgを混合して埋め戻す。植え穴の底には、別にリブミン100gを均一に散布する。

これは土と混合しない。

リン酸不足の場合リン鉱石粉末またはヨウリンを併用する。

④堆厩肥の施用

現在の日本には堆厩肥が有り余っている。安価に入手できるならば利用すべきである。通気・透水性や下層土の改善効果はリブミンより劣るが、養分補給の効果があるので、基本的にはリブミンと併用する。ただし塩濃度が高く、濃度障害が懸念される圃場には施用せず、濃度障害を解消するリブミンのみを施用する。

⑤化学的バランスの調整

表2-27の目標値となるように調整するが、各地域で作物別、土壌型別にこの目標を修正、最終的に自分の圃場での目標値を設定する。

土壌酸度はpH6.0～6.8（H_2O）または5.0～6.0（KCl）に、塩基飽和度は60～80%に、Ca/Mg比は3～6となるように、炭カル、苦土石灰、消石灰などの組み合わせで計算施用する。

Ca/K、Mg/Kは調整の必要がない。施肥過剰が続くとこの数値は低くなり、K施肥の必要はない。また高い場合はK施肥量を増やす。塩基飽和度100%以上の土地では、成分過剰の要素は無施用で栽培すべきである。100%以上の土壌で、水分が低くなると、表土の根は塩害を受け、毛根は消滅し、細根も傷み、吸収力が極端に低下する。この場合は、灌水して塩害を受けないように留意する。

リン酸は新造成地の場合、上記のように10～30mg/100gに調整するが、日本の既耕地の大部分は含量が標準以上で、調整の必要がない。

⑥微量要素レベルの改善

表2-27の標準値のレベルに達するように、前述の同計算法に従って計算する。微量要素は全量を合わせても少量なので、地表全面に均一に散布するのは難しく、そのため、リブミンまた他の土壌改良剤と混合散布し、浅く攪拌するか、スプリンクラーで灌水する。

(2) 生理活性剤アミノン-25の散布

光合成能力を高め、養分吸収力が高まる。作物別使用法（第3章　作物別

効果実例）に基づき、希釈倍率、散布間隔を決める。

(3) 施肥設計

施肥設計の基本は前述したが、実際的には各県の公共機関発表の各作物別の施肥基準を標準とし、各自の圃場条件、栽培条件を考慮して、施肥の精密設計の項で記述した要領で施肥設計をする。

アミノン-25およびリブミンを施用すると、養分の吸収力が相当高まるので、慣行の施肥基準から20～30%減量できるのが普通である。

(4) 生理活性剤アミノン-10の土壌灌注

成り疲れ防止や低温期のハウス栽培などで特効薬的役割を持つ補助的技術。パッケージの基本ではないが、大きな効力を発揮する。

(5)「生理的防除」に基づく病虫害の総合防除

筆者の30年以上の体験から、リブミン、アミノン-25の施用、この項で述べた土作り、適正施肥を実施すれば、たいていの作物で超減農薬～無農薬栽培を実現できる。高度技術資材であるアミノン-25とリブミンの施用は、実に簡単である。

土は分析して数値を目標数値内となるように調整する。施肥設計は、適正施肥範囲を20%以上もはみだした過剰か、不足でなければよい。

以上の技術体系を実施すれば、防除に不可欠なのが、被害の許容水準による農薬散布が必要か否かを判定するBIL法である。

*

病虫害被害の許容水準には2種類使われている。一つはBIL（生物的許容水準）で、これ以上害虫や病気が増えれば、収量品質に影響が出る病害虫の密度である。もう一つのEIL（経済的許容水準）は、これ以上害虫や病気が増えれば、被害金額が使う農薬と散布の経費を上回る、と推測される密度である。

ここでは、新総合防除法に不可欠の、BIL法について説明する。

害虫はもともとどこにでもいる昆虫である。これがある限度以上に増殖食

害し、被害を与えるようになった時、害虫となる。つまり、被害を与えるまでの害虫の発生密度は許容されるべきである。なぜならば、害虫は作物上で無限に増殖するものではなく、ある期間が過ぎると、減少し、一方では天敵が増えてくることもある。

北米ではこのBIL法に基づく農薬散布が1960年以前から施行されていて、筆者がバイエル社に入社して最初に受けた訓練がワタ栽培でのBIL法であった。ワタには発芽直後から収穫終わりまで、8種類の害虫が絶え間なく発生し、50%以上減収する虫害を受けることが多い。といって、のべつまくなしに農薬を散布するのでは、経済的に合わない。そこでこの8種類の害虫の密度調査法が確立されていて、各害虫がBIL水準に達するまでは農薬を散布せず、がまんする。BIL法を使うだけで15〜20回の農薬散布が8回ほどに減る。

前述の3点技術を実施し、BIL法を施行すると、どれほど散布回数が減るだろうか？　有名な英国系の繊維会社の経営する700haの農場があった。ここでのワタ栽培ではすでにBIL法を実施し、ここ数年の農薬散布回数は6〜8回であった。3点技術＋BIL法の施行で、農薬散布回数は0〜1回に激減した。0〜1回というのは、区画により、無農薬、そして1回散布の区画もあったからである。

ブラジルではこのBIL法は大型作物のカンキツ類、コーヒー、ダイズなどで確立されているが、他の多くの作物では、まだ方法が確定していない。

カンキツの害虫で、日本と共通の主要害虫は、ハダニ、サビダニ、カイガラムシであるが、ハダニとカイガラムシは3点技術を実施すれば、発生密度がBIL水準に達することがない。前述のように、細胞分裂を旺盛に繰り返す肥大中の実に寄生するサビダニには効果が劣り、1〜2回の水和硫黄剤の散布が必要になることが多い。

コーヒーの重要な害虫に大型のハモグリガがある。殺虫剤での駆除は難しく、サイメットやバイゴンという高価な毒性の高い浸透性殺虫剤を使うのが常識となっている。この害虫に3点技術を施行すると、BIL水準に達するほど害虫密度が高くなることはない。

第2章の「(3) 害虫に対する効果」「(4) 病害とその防除」、および「高度技術　その2：土壌改良剤」、さらに第1章「2. 植物の生命力を生かす実例」

などで述べたように、高度技術や3点技術を施行し、有機JAS規格で無農薬と認められている無機硫黄剤と無機銅剤を併用すれば、大部分の病害は防除できる。ただし、果樹栽培では除草剤を使わないとことが必須条件である。また、3点技術で防除の難しい、生長点に寄生する害虫や吸汁蛾類などには、無害と言われる各種の生物農薬が開発販売されているので、それらを利用するとよい。

3点技術と、ここで述べたBIL法による総合防除法を生産技術の基本にすれば、無農薬～超減農薬、高品質、高収量、低コストの実現は決して難しくないのである。

■病害と虫害についての補追

4.1. 病害防除：本技術の目標の一つは無農薬ないし超減農薬栽培であり、農薬の散布は病虫害防除の最後の手段である。

病害の発生は、気象条件によるところが大きいので、栄養生長期に入り発生条件が続く時には、JAS法でも無農薬栽培の範疇に入る銅剤か硫黄剤をアミノンと混合して予防的に散布したほうが良い。

4.1.1. 野菜の病害

4.1.1.1. 育苗期：この時期は、特に病害に対する抵抗力が強い。筆者は、野菜の周年栽培のため、セル苗育苗用培養土の研究と開発を続けているが、良質のセル苗用軽量培養土を用い、ハウス内温度と土壌水分の管理を適切にすれば、4週間育苗の間に発病することはほとんどない。この期間に発病する場合は、環境作りのミス、管理のミスがあったといってよい。

4.1.1.2. 生殖生長初期：定植後のこの時期も、新根の発育が旺盛な間は、まだまだ病原菌に対する抵抗力が強い。パッケージを実施していれば、無農薬で栽培できる。

4.1.1.3. 生殖生長中～後期：実や根茎が肥大期に入ると、抵抗性が低下する。この頃から露地栽培ではバレイショやトマトの疫病その他の病害の予防に無機銅剤、ウリ類のうどんこ病に対して無機硫黄剤を予防的に散布する。ナス科

の作物にはこれだけで、土壌病害以外のすべての病害予防にもなる。ピーマンやトマトのハウス栽培、ナスの露地栽培の無農薬栽培は難しくない。

4.1.2. 果樹の病害

果樹の場合は野菜と異なり、毎年各病害とその発生時期がわかっているので、予め防除暦を組みたて、それに基づいて予防的に散布したほうが良い。

無機銅剤、無機硫黄剤など、JAS法有機栽培基準で認可されている農薬のみで防除暦を作成する。リンゴの黒星病に抵抗性の低い種類に対しては、選択性の特殊農薬を使わざるを得ないこともある。

一般果樹の胴枯病、枝枯病、樹脂病、樹皮病、衰弱症などはすべて生理障害病というべきもので、3点技術の実施で1〜3年で回復する。

果樹の病虫害の発生は除草剤と大きな関係があるので、草生栽培にきりかえるべきである。たとえばラウンドアップ。主成分のグリフォサイトは、3種の必須アミノ酸の生成を阻害する。そのため新陳代謝が狂い、病虫害の発生を助長し、防除を困難にするのである。

4.2. 虫害防除：発生がゼロであるのに予防的な農薬散布を行う必要はない。前述のBIL法に基づいて、害虫の発生密度により散布の有無を決める。

1－農薬で防除は難しいが、3点技術パッケージの実施で容易に予防または駆除害虫は、ハダニ、ネダニ、カイガラムシ、ネカイガラムシ、フィロクセーラ、ハモグリガ、ハモグリバエ、エカキムシ、などである。

2－発生してから本パッケージを始めても、駆除は難しいが害虫密度は増加せず、農薬を併用すると殺虫率が高くなる害虫；1－、3－、4－を除くすべての害虫。

3－本パッケージを実施していれば、発生密度が低くなり、無農薬か大幅な減農薬となる害虫；4を除くすべての害虫。

4－本パッケージを実施しても効果の無い害虫；果実のシンクイガ、果実吸蛾類、果実のミバエ、タバコガ（果菜類の実に侵入、食

害する)。

*

害虫が一匹でも増えれば収量が減ると思うのは、大きな間違いである。密植しすぎる傾向にあるブラジルの大豆栽培では、葉が30%食害されても収量は落ちないといわれている。クルマン氏も、一般樹木では葉が30%ほど失われてもその後の生長には影響がないと発表している。

また害虫皆殺しの考えの間違いの一つは、どんな農薬をかけても決して100%殺すことはできないということである。逆に天敵のほうは100%死ぬことが多い。そのため、殺虫剤を散布したほうが、最後は害虫密度が高くなるという場合もしばしばある。BIL水準に達したときにのみ農薬を散布する。したがって、防除暦に従って散布するのに比べると、BIL法に切り替えるだけで、農薬散布の全経費はたいていの場合数分の一になる。農薬の高い現在では一般の防除暦に従う散布法では経費が高くつき、国際競争に勝てるはずがない。

第 3 章
作物別効果実例のまとめ

アミノンによる発現現象は「植物体の反応」として21項目、リブミンについても、土壌改良効果6項目、栽培上の効果9項目を、すでに記述した。これらはすべての作物での共通の発現現象と効果であるが、以下述べるのは、15年以上にわたって、アミノンやリブミンの施用で観察された各作物に対する効果である。熱帯作物のなかでも極めて効果の高いアセローラ、パパイヤ、マンゴーなどは省略した。熱帯作物での施用法を知りたい人は直接筆者に連絡されたい。

Technes Agricola社所属の技術者や農家が実際に施用し観察する件数は初期には1カ月に200～300であったろうが、最近の5年間では、おそらく1,000以上に上るものと推察される。アミノンとリブミンの販売と指導のみに携わる同社直属の農業技師は2004年現在で40数名であるが、彼らは農家や代理店と連携して畑に施用し、観察して結果を集める。そして2～3カ月に一度、3日間の合宿で成果を検討する研修会を開く。そこで万を超える使用事例を、各作物ごとに記述したものが下記のまとめできわめて再現性の高いものと言える。現場で起こる、効果が認められないというケースは、①初めから効果に対して否定的消極的で、じっくり観察し調査する気がない。②作物の生育環境が極めて悪い。③強度のチッソ過剰か、養分不足、またはアンバランス、といった場合に多い。

効果がないと思われる場合のチェックポイントを、まず紹介する。

1. アミノンが効かない？ ― チェックポイントと対策

2001年5月から年末まで、H氏が関西、四国、九州に、アミノン-25を約1,600リットル販売された。対象は個人農家や5～10人の小さな生産者団体で、アミノンを施用された農家数は500軒に近いとのことである。H氏はダニや

カイガラムシに効くというううたい文句で販売されたが、今回はそのなかで「効かない」とのクレームのあった5軒の農家を訪問して実地検証し、効かない原因を追求した。

農業の現場を歩いていると、「アミノンを散布しても効果がない」という声を耳にすることがよくある。なぜなのか、その原因を実例をもって説明しよう。

①害虫が減らない！

アミノンの効果が一番よく分かる害虫は、移動の遅いハダニ、カイガラムシ、絵描き虫、などである。

殺虫剤ではないので、1回散布でも相当減るが効果は不十分である。2～3回散布すると害虫はエサがなくなり、餓死してしまう。これらの害虫に対しては殺虫剤よりも効果が高いといってよい。なぜならば、殺虫剤散布で生き残った害虫は必ず増殖する。天敵まで駆除された場合は、殺虫剤散布をやめた後、以前にも増して増殖することがある。

適切な生育条件下においてはアミノン散布で生き残った害虫（天敵維持のためには少数の害虫は必要）の密度は、ほとんどの場合BIL指数以下で、殺虫剤散布の必要がない。

これらの害虫が減らない場合の第一の原因は、植物の生育環境あるいは生育条件のどれか一つ、あるいはいくつかが相当悪く、植物体液中の遊離アミノ酸の含量が減らないためである。普通アミノンを散布すると新陳代謝が促進されて汁液中の遊離アミノ酸が速やかに蛋白に合成されてしまう。ところが生育条件が悪いと遊離アミノ酸→蛋白の合成（プロテオシンテゼ）が進まず、遊離アミノ酸が減らないので、害虫が減らないのである。したがってこれらの害虫に効果が見えない時は、6つある生育条件のどれが悪いのかをチェックする必要がある。

1番目は施肥の誤り。日本の場合、たいてい施肥過剰である。作物の吸収量に応じて、チッソの場合0.8～1.5倍、リン酸2～3倍、カリ0.8～1.5倍を土壌分析で表示される養分量を考慮して施肥する。チッソのみの施肥で十分な場合も多い。

ある有名な花卉農園でアミノンが効かないというので見に行った。アミノ

ンは最初はよく効いたが途中から効かなくなった、と言う。土壌分析結果を見ると、植付け前はECが低く、養分間のバランスもとれている良好な圃場である。ところが栽培中の頻繁な追肥で施肥過剰となってECが上がり、筆者が見た時は地表が白くなるほど塩分が過剰になっていた。こうなると土壌に十分な養水分があるにも拘わらず根は養分水分を吸えず、中段の葉が萎れぎみであった。これではアミノンの効果がでないのは当然である。このような失敗はハウスで起こりやすい。露地栽培ではレタスのような葉菜で起こりやすい。

2番目は土壌中の空気不足。これは水分は十分にあっても、通気性が悪い場合に起こる。土壌粘土の凝集性が失われ、分散してコロイド状となっている場合や、排水が悪い場合である。

3番目は高温障害。ハウス栽培で起こりやすい。露地では根元に直射日光が当たって地表温度が40～50℃の高温となる場合である。

4番目に多いのは、土壌中の水分不足である。

以上について、詳しくは、第1章「代謝系を狂わせる要因」を参照されたい。

＊

その他の害虫については、エサがなくなると羽のある虫は移動してしまうが、大面積の場合は地上で餓死した幼虫を見つけることができる。作物上にいなくなる反面、外部から侵入する害虫もある。

細胞増殖の激しい生長点を害する昆虫であるホコリダニ、サビダニ、アブラムシなどには効果が劣る。

効果は、ハダニ類や絵描き虫では散布後3～7日、カイガラムシでは1～2カ月で極端に害虫密度の減るのが分かる。また現時点までは、本防除法に対して抵抗性を示した事例は報告されていない。

②品質と収量の向上

生育条件が整っていれば、次項「作物別効果実例」に記載された効果のうち一つないし数項の発現が認められる。効果の見えない場合は、前記した6条件のチェックと修正を実施する必要がある。

留意すべきはマメ科作物である。チッソ肥料を相当（30～50%減）下げないと、逆に品質の低下が観察されている。ブラジルで成功しているダイズ栽

培では、4t/haの高収量でも、チッソ固定菌の種子粉衣だけで、施肥は無チッソである。

③非特定病害の防除

土壌病害と特定病害を除いた生理病害や非特定病害のほとんど全部が、本文のパッケージの実施で防除できる。できない場合は、前記の生育6条件のチェックと修正を行うべきである。

④特定病害の防除

本文のパッケージを実施すれば、土壌病害を除く特定病害の大部分は、高価な選択性殺菌剤を使わなくとも、無機銅剤と無機硫黄剤で防除できる。

2. 作物別効果実例

I ― 野菜

(1) 果菜

①トマト

アミノン-25を用いたセル苗の生育は、アミノン-25の0.5%液の7日おき3回散布で生体量は70%増加、根重比率も増加した。0.1%では50%の増加を示した。

定植後の0.1%液の7日おきの散布では、収量増加は10～30%にとどまるが、品質の向上は著しい。すなわち、

(1)糖度が高まり、食味が向上する。
(2)空洞果が減り、比重が大きくなる。
(3)高温時でも色づきが良い。
(4)遠方への輸送、長期保存に耐える。

花粉の生産量が100%増え、交配種の種子生産量が70%増加した報告がある（A/S種子生産会社）。

生理的効果としては、根量が増え、旱魃に耐え、病虫害に強くなる。

パッケージ（リブミン、アミノン-25、アミノン-10の土壌灌注、微量要素、の総合施用）の場合、効果は上記と同様であるが、収量増加は露地栽培で4

年平均で50%以上。大きな差は高価な殺菌剤は一切使わず、使用された殺菌剤は無機銅剤（0.1%液）と硫酸銅（150ppm溶液）のみで顕著な防除効果を発揮したことである。

このパッケージを実施した一農家は、低コストに加え、品質が一挙に極上品になったために、2年後には積年の借金を返済することができた。

②ナス

アミノン-25の1,000倍液を毎週散布。効果はほぼトマトの場合と同じである。実どまりが良すぎるというクレームがある。またチッソ不足の場合は皮が一層硬くなる傾向がある。葉が厚くやや小さくなるため、光合成はさらに向上する。

多数の生産者による知見では、(1)葉が厚くなり、垂れぎみの葉が立ち上がりぎみになる。やや小型になる。(2)頂点近くの絨毛が硬くなる。(3)収穫期間が長くなる。(4)実の光沢がよくなる。(5)糖度、旨味が向上する。

無農薬栽培がやさしい作物である。

③ピーマン

アミノン-25の1,000倍液を毎週散布。効果及び生産者の知見は、トマトとほぼ同じであるが、病害の軽減効果は特に高く、土壌病害以外の病害は、低濃度の無機銅剤とアミノンの混用で防除できた実例が多い。

④キュウリ

アミノン-25の1,000倍液を毎週散布。収量増加と品質改善の効果はトマトの場合よりも大きい。

(1)実の形状、光沢が良くなる。

(2)糖度、旨味が増す。

(3)保存性が高くなる。収穫後、7日経っても実は新鮮な硬度を保ち、柔らかくならない。

(4)病虫害を軽減する。特に、中後期に発生するうどんこ病やダニ類の発生が遅くなる。

(5)一定期間の収量が増え、収穫期間も長くなる。

リブミン、アミノン-10を併用するパッケージの施用効果はトマトよりはるかに大きい。特に促成・抑制栽培など、地温の低い時期の施用効果は大き

い。

⑤メロン

アミノン-25の1,000倍液を毎週散布。効果や生理的な発現症状はトマトやキュウリとほぼ同じであるが、果肉は糖度が高まるだけではなく、非常に厚くなり、重くなる。露地植えのスパニッシュ系統のメロンでは、パッケージの施用で、4～6t/10aの多収を得られる（通常は3t/10a）。

⑥スイカ

アミノン-25とパッケージの施用効果及び発現症状は、トマト、キュウリ、メロンとほぼ同じである。1,000倍液を毎週散布。

⑦イチゴ

アミノン-25の1,000倍液を毎週散布。他の作物以上に、苗の品質がイチゴの収量と品質に影響するが、アミノンの定期散布の効果は非常に大きい。すなわち、根の多いガッチリした苗ができる。定植後の本圃では、

(1)葉が厚くなり、つやが出る。

(2)炭酸同化作用の促進で、過剰のチッソが消化されるので、茎葉は開きぎみとなり、一層光合成能力が高くなる。

(3)花粉の量と受精能力が高まるので、種子の量が増える。結果的に、奇形果が減り、玉伸びが促進される。

(4)実の色つやが良く、揃って大きくなり、形も良くなる。

(5)果肉がしまり、日持ちが良くなる。

(6)糖度、旨味が増す。

(7)成り疲れを防ぎ、収穫期間が延びる。

(8)病虫害が減り、無農薬栽培も難しくない。特に、ダニの発生が抑えられるので収穫の後期まで大玉良品が採れる。

アミノン-10とリブミンを併用するパッケージの効果は大きく、1株当たり800～1,000g収穫した農家も少なくない。

⑧インゲンマメ(果菜用)

アミノン-25の2,000倍液を毎週散布。収穫始めからは1,000倍液を毎週散布。

(1)大きさが揃い、姿・形のきれいな莢になる。

(2)成り疲れがせず、収量の大幅増加。

(3)病虫害、とくにダニが減る。炭疽病、さび病などにもかかりにくく、無農薬栽培が容易である。
(4)耐寒性耐干性が著しく向上する。
ツルインゲンでは、リブミンとの併用で、収量増加の効果が著しい。

⑨エンドウ(果菜用)

アミノン-25の2,000倍液を収穫始めまで、以後は1,000倍液を毎週散布。
(1)莢と粒の大きさ、姿・形がよくなる。
(2)成り疲れがせず、収量が増加する。
(3)病虫害に対する抵抗性を増す。

(2) 葉茎菜

①レタス

アミノン-25の500～1,000倍液を毎週散布。セル苗に3回散布した結果は、第2章で紹介したように苗の総生体重、根重比率とも大きくなり、苗作りに効果が高いことを示している。本圃では、
(1)根量が増え、下部の葉が長持ちする。
(2)玉伸びが良く、形状もよくなる。一株当たりの重さでは、10～20%以上増加することが多い。
(3)苦味がなくなり、旨味を増す。
(4)日持ちが良くなる。
(5)葉色が鮮明となり、つやを増す。
リブミンは本圃に100kg/10aを全面散布。軽く攪拌するか、スプリンクラーで散水する。
(1)肥料による濃度障害を解消する。
(2)菌核病をはじめ、土壌病害が大幅に減少する。

②キャベツ

アミノン-25の1,000倍液を毎週散布。
(1)玉はよく締まり、味が良くなる。
(2)虫害、病害が減る。虫害では、外葉が食害されても、施肥が適切であれば玉の中まで入ることは極めて少ない。

③ホウレンソウ

アミノン-25の500～1,000倍液を毎週散布。

(1)生育がよく揃い、秀品率が高くなる。収量増加も著しい。

(2)糖度、旨味が向上する。

(3)日持ちが良くなる。

(4)病気や害虫が少なくなる。

④ネギ

アミノン-25の500～1,000倍液を毎週散布。

(1)葉身がしっかりしていて、折れにくい。

(2)葉色が生き生きとした緑色、味が良い。

(3)長く鮮度を保つ。

露地栽培の場合、リブミンとアミノン-10との併用で、収量も大幅に増加する。

⑤タマネギ

アミノン-25の2,000倍液を毎週散布、または1,000倍液を2週間に一度散布。

ウルグアイ国では、主要な輸出農産物のひとつであるタマネギの品質改善に大きく貢献した。

(1)サラダ用としては、特に重視される旨味が増す。

(2)日持ちが良くなる。長期貯蔵が可能。

(3)比重が大きくなり、玉揃いがよくなる。収量も増す。

(4)病虫害が減る。

パッケージ（リブミンと微量要素との併用）の実施で、特に収量増加が大きい。

⑥ハナヤサイ

アミノン-25の1,000倍液を毎週散布。

(1)花蕾の発育異常が減る。

(2)花芽分化が良くなるので、花蕾の発達が良く極上品を収穫できる。

(3)病虫害が減り、無農薬栽培ができる。

(3) 根菜、イモ類

①ニンジン

アミノン-25の2,000倍液を毎週散布、または1,000倍液を2週間に一度散布。

(1)表皮が滑らかで凹凸がなくなり、色つやが良くなる。

(2)糖度が増す。

(3)保存性が高まり、硬度を保つ。

(4)根重が増す。

(5)旱魃に強くなり、根割れが減る。

(6)心部（木部柔組織）の肥大が篩部よりも大きくなる。

(7)病虫害が減り、無農薬栽培が極めて容易となる。

②バレイショ

アミノン-25の2,000倍液を毎週散布。

(1)芽のくぼみや凹凸が減り、形がよくなる。

(2)イモの肌がきれいになる

(3)味がよくなる。品種が違うのではないかと思うほど、良くなることがある。

(4)比重が大きくなり、貯蔵性が増す。

(5)イモの大きさが揃い、空洞がなくなる。

(6)耐寒、耐旱性が増す。

(7)病虫害に強くなる。

③サトイモ

アミノン-25の2,000倍液を毎週か、1,000倍液を2週間おきに散布。

(1)ダニその他、病虫害が少なくなる。

(2)旨味、収量ともに向上する。

II — 穀類

①イネ

アミノン-25の観察された使用例は、育苗だけである。根張りの良い健苗ができる。

本圃では、日本では使用例がなく、ブラジルでも良く観察された使用例が

ない。その理由は、作物として利益率が極めて低く、水田では散布が不可能に近いためと考えられる。

②コムギ

アミノン-25の日本での使用例はない。ここで述べる効果例はブラジルでのまとめである。

(1)粒揃いがよく、欠陥粒が少ない。
(2)比重が大きく、比重で価格が決まるブラジルでは販売価格がよい。
(3)収量がより高くなる。
(4)病虫害に強くなる。無農薬での栽培が容易である。
(5)旱魃に耐える。旱魃の年には、3割以上の収量差の出ることがある。

③ダイズ

アミノン-25の日本での使用例はなく、以下はブラジルでの効果である。使用法は、800m*l*/haを、分けつ期、着蕾初期、開花後の3回散布である。

(1)粒揃いがよく、比重が重い。
(2)旱魃に強くなる。
(3)病虫害に強くなる。
(4)収量が増加する（8～12%：穀類の収量増加率は低い）。
(5)種子としての品質が向上する。

④ラッカセイ

アミノン-25の日本での使用例はない。使用法は、開花前、開花初期、開花後の3回、各回800m*l*/haを散布する。

(1)さやの総数が増え、比重が重くなる。
(2)しいな粒がなく、粒揃いがよい。そのため、販売価格の差は大きい。
(3)無農薬で栽培できる。

⑤アズキ

アミノン-25を用いた北海道の某農協の試験では収量品質共差がなかった。

(1)味が良くなり、煮えムラが無くなる。
(2)粒揃いが良く平均して大きい。
(3)病虫害に強くなり、容易に無農薬栽培ができる。
(4)莢数が増え、収量が増える。

⑥トウモロコシ

パッケージ（アミノン-25、リブミン、微量要素）の総合施用：

(1)無農薬栽培ができる。

(2)収量増加が著しい。一例をあげると、パッケージ施用前と施用後の比較では、毎年200haのデントコーンを栽培する農場の全収量が、施用前の3年平均3,700kg/ha、施用後7,000kg/haとなり、3年以上この収量が続いている。

(3)上記農場では、澱粉含量が化学肥料のみの慣行法に比べ、約1割増加した。

III — チャ（特用作物）

アミノン-25の秋の整枝後、翌春までに2回散布。刈り取り直後と新芽展葉直後に散布。いずれも1,000倍液。

(1)葉が厚くなり、色つきがよくなる。

(2)日持ちがよくなる。

(3)滋味その他、総合的に品質が向上し、審査評点が高くなる。

(4)寒害、旱害に強くなる。

(5)収量が増加する。とくに、一番刈りの収量増加が大きく、品質向上との相乗効果で純利益の倍増が期待できる。

(6)病虫害に対する防御力、治癒力が高まる。老齢化や生命力の低下、栽培環境の悪化（土壌のアンバランス、乾燥）などが原因で発生し、殺虫剤や殺菌剤のみでは防除困難な病虫害も、リブミン、アミノン-10の土壌灌注、微量要素との併用でダニ類、カイガラムシは無農薬で駆除し、樹勢を回復できる。

IV—果樹

【リブミン】

果樹栽培の基本は、土作りにある。古い耕作地では粘土が分散してコロイド状になっているため、通気性、透水性が悪くなり、その改良は堆肥だけでは不十分な場合が多い。こんな時、リブミン100kg/10aの施用は短時日に表土だけではなく、下層土までも物理性、化学性を改善し、しかもその効果は、

数年続くのである。実際的には、初年度100kg/10a、2年目からは50kg/10aの継続施用が、改良効果を効果的に持続している。

営農的には、安く入手できる堆厩肥との併用がもっとも望ましい。

くわしくは第2章の「高度技術－土壌改良剤」の項を参照されたい。

【アミノン-25】

効果は初年度に認められる場合が多いが、2年目からはその効果が一層顕著に表われる。

永年作物では2年目からの効果が一層安定して認められる。

【アミノン-10（土壌灌注）】

弱った根の回復、樹の若返りに、即効的に抜群の効果がある。春先、新根発生時に5*l*/10aを500倍以上の水に希釈して地表に散布または灌注する。20*l*/10aの場合は一層効果が高いが、施肥量、とくにチッソは10～20%減量する。老化樹は春と夏の2回施用がよい。

①モモ・サクランボ

アミノン-25を開花1～2週間前、1,000倍液で散布。以後収穫期まで、1,000～2,000倍液を10日おきに散布。収穫後は落葉期まで、2,000倍液を15日おきに散布。

(1)葉が立ち上がりぎみとなり、厚みが増す。色つやがでる。
(2)玉伸びがよく、大きく揃う。
(2)実の着色が良くなり、糖度も高くなる。
(3)鮮度保持と日持ちがよくなる。
(4)次年度の花芽がより充実したものとなる。
(5)ダニやカイガラムシなど病虫害が減る。

リブミンについては、モモは吸肥力は強いが、施肥過剰による塩害も多く見うけられる。そのため、老化をまねいて、生産の経済年数が短くなる傾向が強い。これがリブミンの施用で地力を回復し、耐用年数を正常に保つ効果は大きい。初年度は10a当たり100kg、2年目からは50kg/10aを全面散布。スプリンクラーで灌水するか、浅く攪拌する。

(1)細根、毛細根がよく発達する。
(2)養水分の吸収が高まるので、施肥量が減る。

(3)樹脂病など、根のカルシウム吸収力の低下で起こる病害を防除、罹病樹を回復させる。1年目で70～80%、2年目の終わりには90～100%回復する。
(4)ピークを過ぎた成木、老木の若返りに効果が高い。

②ブドウ

基本的な技術の一つに、チッソ過剰をさけるための炭素率の調整がある。ふつうは、チッソの施肥を減らして調整するが、これでは収量も低くなる。アミノン-25は、光合成能力を高めて炭素率を上げるために、より高い収量を目標にしても高い品質を維持することができる。

アミノン-25の1,000倍液を開花前後に1回ずつ散布。以後は2,000倍液を7～10日おきに散布。収穫後2週間おきに2,000倍液を落葉期まで散布。
(1)2年目からは先端部も基部もよく揃って発芽する。
(2)充実した蕾と花が得られる。
(3)房が大きくなり、収量も増える。
(4)粒揃いがよくなる。
(5)着色がよくなり、色ムラが減る。
(6)糖度が高くなる。
(7)収穫が7～10日早くなる。
(8)収穫後の品質保持、貯蔵性が増す。

リブミンは100kg/10aを全面散布。2年目からは50kg/10aを継続施用。
(1)下層土まで物理性、化学性を改良できるので、収量も高くなる。
(2)トラ葉（Mgの吸収力の不足）が出ない。
(3)吸肥力が非常に高まるので、施肥量を大きく減らすことができる。
(4)旱魃、寒害に耐える。

③ナシ

アミノン-25の2,000倍液を開花2週間前から7～10日おきに散布。収穫後、落葉期まで20日おきに散布。
(1)葉が立ち、厚みが増し、光沢がでる。
(2)そろって玉伸びがよく、大きくなる。
(3)病虫害、とくにダニ類、カイガラムシが激減する。
(4)糖度が高くなり、日持ちがよくなる。

リブミンは100kg/10aを全面散布。2年目からは50kg/10aを継続施用。
(1)吸肥力が強くなり、施肥量が減る。
(2)塩害をなくす。
(3)高収量を維持できる。

④リンゴ

アミノン-25を発芽前、落花後、それ以後収穫期まで10～15日おきに、収穫後は20日おきに、2,000倍液で散布。
(1)葉が厚くなり、つやがでる。
(2)落葉が遅くなり、いっせいに落葉する。
(3)充実した良い花芽がつく。
(4)玉の色つきが良くなり、形良く、大きさも揃い、クズ玉が減る。
(5)糖度があがり、貯蔵性が良くなる。
(6)害虫、とくにダニやカイガラムシが激減する。
(7)収量が増える。

リブミンは100kg/10aを全面散布する。2年目からは50kg/10a。
(1)有効土層が深くなり、旱魃に耐える。
(2)毛細根、細根が発達し、吸肥力が高まるので、施肥量が減る。
(3)生理病、土壌病害が減り、幹や太枝につやが出てくる。
(4)耐用年数が増える。

⑤カンキツ

アミノン-25の1,000倍液を開花2～3週間前、開花直後、以後収穫まで、3週間おきに散布。収穫後、2,000倍液を3週間おきに2～3回散布。
(1)着花、受精が良くなり、ジューンドロップが減る。
(2)着色、つやがよく出る。
(3)実が揃って大きくなる。比重が高くなる。
(4)浮皮が減る。
(5)糖度があがり、糖酸比が改善される。コクのある味となる。
(6)日持ちが良くなる。
(7)病虫害が減る。とくにサビダニ以外のダニ、カイガラムシは激減する。
(8)リブミンと微量要素を併用するパッケージを実施し、サビダニは無機硫黄

剤を1〜2回散布、他の病害は無機銅剤を散布すれば、無農薬栽培が実現きる。無機銅剤と無機硫黄剤はJAS法で無農薬と認められている。

リブミンは初年度100kg/10aを全面散布。2年目以降は半量でよい。

(1)吸肥力が良くなるので、施肥量が減る。

(2)収量が増加する

(3)旱魃に耐える。

(4)寒害に対する抵抗力が高まる。

あとがき

本書は現今の農業技術を駆使して、自然を破壊せず、効率的に品質の良い農産物を生産するための実践書をめざしたものである。

その実践パッケージとして、1）土作り、2）光合成を高める生理活性剤の葉面散布、3）施肥の精密設計、4）病虫害の総合防除の4点をあげてきた。

ここで大切なことは実践の方法である。筆者が薦めたいのは、アメリカでデミング氏の唱えた手法plan-do-check-actである。アメリカでは成功したとはいえないが、日本では普及し、世界でもKaizenという言葉で知られるようになった５Sの基礎であり、カンバン方式の元になったとも聞いている。

1）Plan：まず情報、経験などを集め、作付体系と各作物での上記４点の実践計画書を作る。
2）Do：計画書に従って実行する。
3）Check：実行の結果をチェックする。作物の生育が順調かどうかをチェックする。天候の影響その他でうまく行かない点があれば原因を探り修正する。改善の必要があるかどうかを検討して、改善策をたてる。
4）Act：改善策を実行する。

農業の場合でも、毎年この方式を繰り返し続けていけば、必ず成功する。

これらも書き上げてみると、何かもの足りないような、小手先の技術書となったしまった気がしてならない。その点を反省してみると、次のようなことが頭に浮かんできた。

ほんもの技術は､自然から学んだ法則をもっと尊重したものではないのか。自然の法則は、原始林伐採後数年の間に、無肥料無耕作で植えられたワタやトウモロコシの姿のなかにある。それらの姿は50年経った今も、鮮明に私の脳裏によみがえってくるのである。真理はその中にある。伐採30年を過ぎる

と、どんなに上手に肥料を使い、考えられる最高の技術を駆使してもかなわない。ちなみに、原始林の土壌分析値は、腐植以外は既耕地に較べて驚くほど低い最低値であるにもかかわらず。

大木、潅木、雑草など、色々な植物の根で、長年の間に培われた土壌構造は、人間には作れない。植物にはできる。大小の根、細根、毛細根で作られた土壌水や空気の通り道。原始林では、どんな集中豪雨でも土が浸食されない通気・透水性、保水性、の完璧な土壌構造があった。

それに近い土壌構造をつくれるのは機械ではない、植物である。それを私はguandu という潅木性緑肥の栽培で体験した。たった 6 ヶ月の栽培のあと、ワタの収量が通常の2倍になったのである。他の数種類の緑肥では増収率はせいぜい30割どまりであった。これは、おそらく下層土まで土壌構造が改善されたためではないかと思う。また、野菜栽培でも、多くの種類は無耕起でよいことも体験できた。生育が多少おくれることもあるが。

果樹の例を上げてみよう。34年前に買った農場の 5 本の柿の木。その 1 本は他の 2 倍の実をつける。買ったときの推定樹齢20年。それ以後ずっと、成り年うら年平均して150kgの実をつけている。無肥料無農薬無剪定、放任栽培である。違いは、樹冠下の草である。この木の樹冠下には夏は草たけ30cmほどのキクヨ(Pennisetum Clandestinum Hochst.)という多年生の禾本科牧草がびっしりと生え、緑のじゅうたんとなる。冬になり葉が落ちると、ファゼンデイロ(Galinsoga parviflora Cav.)という草丈30cm足らずの広葉の草に覆われ、キクヨは姿を消す。柿の木と共生するキクヨの細根の大部分は枯れて微生物で分解され、通気・透水性が自然体で作られた最高の土壌構造となる。土作りの秘訣はこのあたりにあるのではないか。

要するに技術の根幹は、土作り。いままで本書で述べた土作りは短期間に地力を回復する高度技術であるが、その先のもっと基本的なことは、植物の根や微生物による自然体の土作りである。私の体験と観察から生まれたものは、次の4点である。

1）生長の早い潅木性緑肥を植える。暖地、亜熱帯では4年に一度でよい。

より低温の気候帯では、5〜8年で良いかもしれない。畑面積の1/4に相当するが、表土だけではなく下層土まで改善してくれる。生育期間は春〜秋の6〜10ヶ月。

2）短期休閑する畑には、生育の早い短期性緑肥を植える。60〜90日で仕上がる。この緑肥の種類は驚くほど多い。土性や気候に応じて選択できる。果樹園では、除草剤を使わず、草生栽培を基本としなければならない。

3）輪作：穀類では連作できる作物が多いが、野菜の連作で長期にわたってうまくいくことは殆どない。最後は病虫害が農薬では防除できなくなり、品質収量が悪くなり、必ず行き詰る。野菜のハウス栽培でも少なくとも3種類の主作物を持つべきではないか。

4）収穫物以外の残渣は畑に戻す。

この誰でも知っている土作りと栽培の原理、それに本書で述べた無農薬栽培の原理と技術、これらをどこまで実行できるかどうかが問題である。そのために上記のデミング方式を提案した。

今の農業は目先の金儲けに心を奪われ、守らなくてはならない自然の原理を軽視している。何度も繰り返すが、作物は肥料や農薬でつくるものではない。この原理を忘れた農業技術で、安定した生産を続けられるわけがない。地球規模で考えれば、このままでは現代農業は行き詰まり、自然の原理を知らずして消滅した古代文明と同じ運命をたどるであろう。

この書を読んで、一人でも現代農業の基本的な間違いを正そうという実践者ができれば、私にとってもこの上ない喜びである。

2007年2月14日

著者略歴

1929年、大阪生まれ。
中学校、海軍兵学校（終戦により中退）、大阪府立農業専門学校（現大阪府立大学農業部）農芸化学科卒業。1953年、ブラジルに移住。農協の営農指導員、ドイツバイエル社のブラジル支社セールスエンジニアを経て、1963年バイエル社退社、農薬販売会社を設立。11のチェーン店を3州にわたって次々に設立、ブラジル有数の販売会社となる。1971年農薬販売の最盛期、農薬だけでは病虫害問題を解決できないことを悟り、10店を分離独立させ、本社のみを残して生まれ変わりを図る。この時、サンパウロ郊外に8ヘクタールの農場を購入、自然農法、有機農法、無農薬農法の実験農場とする。
目標は農薬を使わない科学的農法の追求。農薬肥料を販売せず、会社の生きる手段は土壌改良剤と生理活性剤の開発製造販売および土壌・肥料・病虫害防除の技術コンサルタント。一方、農場は1トン車2台で生産物を直売する有機栽培農場となり、ここがブラジル最初の有機農業協会発祥の地となる。1980年よりブラジル各地の大学農学部や研究所に招かれ、有機農業の講演を15年間続ける。1992年、社長を引退、会長となる。農場は有機農業後継者に引き継ぎ現在に至る。

新技術「病虫害の生理的防除」の理論と実際
――高品質高収量無農薬低コストのために――

著者：続木善夫
発行日：2001年10月1日　発行
2007年4月25日　改訂版5刷

ブラジルの連絡先：Yoshio Tsuzuki
住所：Rua Anunze 198　City Boaçava
São Paulo, Brazil　05470-010
Tel：0055-11-3021-6920
e-mail：yoshio@technes.com.br

日本の連絡先：根友（農業開発研究機構）
住所：〒307-0001　茨城県結城市曽我殿台951
Tel：0296-33-2702