

作物栽培に肥料は必須なのか？

●肥料がないと育たなかったトウモロコシ（第1講）



左端がチッソなしの2要素、次が無投入、1要素（カリウム、リン、チッソ）、チッソありの2要素（チッソ+カリウム、チッソ+リン）、右端が3要素の投入で育てたトウモロコシ（弘前大学農学生命科学部松山研究室）。3要素を投入したものが最も生育がよかった。「肥料がないと作物が育たない」は、これまでの常識であった（杉山修一提供、以下記載ないものすべて）

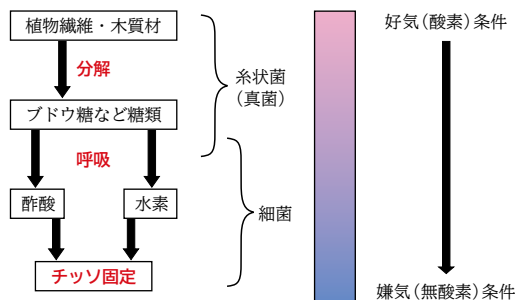
●肥料がなくても育ったイネ（第1講）



宮城県・黒澤重雄さんの水田では、30年間無肥料の自然栽培であるにもかかわらず、イネが元気に育ち、慣行栽培と比べて遜色ない。左は2013年6月30日の水田、右は同年7月28日のイネ株

微生物をはたらかせるにはどうするか？

●水田で見られる微生物のリレー（第3講）



微生物によるチッソ固定をスムーズに進めるには、酸素のある条件を好む糸状菌から、酸素がない条件を好むチッソ固定細菌へのリレーがポイント。酸素の多い条件ではたらく糸状菌が高分子の有機物を分解し、作り出された低分子の糖類などをエサに細菌が活動する

●チッソの供給（第3講）



土中にチッソガスが供給されることも重要なポイント。水田の場合、除草などによって土壌が攪拌されることでチッソガスが供給される

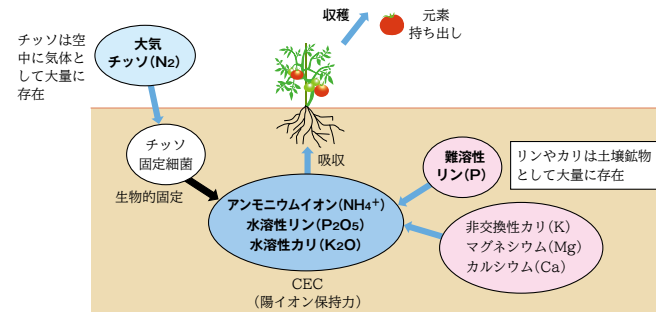
●乾土効果（第3講）



乾燥させた土壌では、湿ったままの土壌よりもイネの生育がよかった。乾土効果によって糸状菌がはたらく条件をつくることは、チッソ固定を活性化させる第一歩

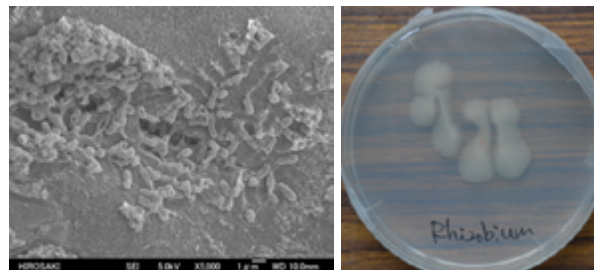
自然栽培の本質は微生物に肥料を作らせること

●自然栽培でのミネラルとチッソの流れ（第2、3、4講）



自然栽培での生産を安定させるには、ミネラル（リン、カリ、カルシウム、マグネシウムなど）とチッソの流れを整えることがポイント。ミネラルは土壌鉱物として大量に存在し、そのままでは作物に吸収されないが、適正な pH にすることで安定的に植物に供給される。一方、大気中のチッソガスは微生物（チッソ固定細菌）のはたきで固定され、植物に取り込まれる。チッソ固定細菌がはたらくには、①呼吸エネルギー源がある、②アンモニア態のチッソがない、③酸素がない、④微量元素やリンなどが利用できるという4条件が必要

●肥料を作り出す微生物（第3、4講）



左はイネの根に生息する細菌の電子顕微鏡写真。水田には、チッソ固定細菌を含む多様な微生物が暮らす。右は畑の環境でチッソ固定を行なう細菌（ライゾビアーレ）の写真。

自然栽培での安定生産が可能になってきた

● 収量も品質も安定した栽培（第6、7講）



自然栽培のサツマイモ（左上）、タマネギ（右上）、ブロッコリー（左下）、ハクサイ（右下）。自然栽培では難しいとされてきたタマネギなどでも、安定的な栽培が可能になってきた（照沼勝浩、大村太一、明石誠一提供）



● 病害にも強い（第5講）

慣行栽培の圃場ではいもち病が出たが、その隣の自然栽培の圃場では無被害だった

はじめに ―自然栽培を科学の目でとらえる―

農業において、「肥料を与えなければ作物は育たない」ということは、これまで常識とされてきました。しかし、今その常識が大きく変わろうとしています。農業はもちろん、肥料を一切入れない栽培でありながら、安定した収量や高い品質を実現する栽培方法が広まってきているのです。

肥料を一切投入せず、自然の力を活かす農業のやり方は、「自然農法」などとして、全国に点在する篤農家によつて古くから行なわれてきました。ただし、これまではそのような田んぼや畑のすべてで必ずしも生産が安定しているわけではなく、成功している人と同じやり方でも失敗することも多く、経営的な柱になっているとは言い難い状況がありました。そのような中で、この本で取り上げる「自然栽培」は、新たな段階に入っています。

一つ目は、科学的な説明が進んでいくことです。自然栽培でも生産が安定している田畑では、年数が経つてもミネラル分や肥料分は減少しません。そのカギはチッソ固定細菌をはじめとする土壌微生物のはたらきにあることがわかってきました。本書の著者・杉山修一さんによれば、自然栽培の本質は土壌微生物に肥料を作らせることです。本書では、杉山さんの前著『ここまでわかった自然栽培』（農文協、2022年）の刊行後にわかった新たな知見も交えて、

自然栽培の特質に迫ります。

二つ目に、一つ目を踏まえて、生産を安定させるための技術的なポイントが見えてきていることです。自然栽培に対する科学的な研究が進んだことで、土壌pHの調整やミネラルの管理、有機物の投入などによって、チッソ固定細菌をはじめとする土壌微生物を短期間で活性化させるためのポイントが見えてきています。本書ではその技術的なポイントを、具体的な事例も交えて掘り下げていきます。

三つ目に、自然栽培が経営的にも成り立つ栽培方法として定着してきていることです。本書に登場している照沼さんや明石さんなど、経営の柱に据える農家が出てきていることです。杉山さんからも、自然栽培が低コスト・高付加価値の経営が可能な栽培方法であることが示されています（本書第1章第5講）。本書では、自然栽培の農家経営や社会への意義についても考えます。

農文協では、2026年3月26日、自然栽培の特質とその技術を掘り下げるテーマで、オンラインセミナーを開催しました。本書は、その時の講演と質疑応答を再構成し、一部増補を加えて編集したものです。

第1章は、杉山修一さんによる自然栽培についての講義です。この講義では、自然栽培で成功している田畑の特徴、自然栽培でのミネラルの流れ、自然栽培の田んぼでのチッソの流れ、畑でのチッソの流れ、自然栽培の農家経営や社会的な意義を柱にしています。

第2章は、自然栽培を実践している生産者2人の実践報告です。照沼勝浩さんからは、大規模経営のサツマイモでの自然栽培、明石誠一さんからは、多品目野菜での自然栽培の取組みを紹介いただきます。

第3章は、講師3名と参加者の質疑応答です。セミナー当日は、参加者から寄せられた素朴な疑問や質問をもとに、自然栽培についてより理解を深めるやりとりが交わされました。その模様を再構成して収録しています。

気候変動に伴う異常気象や国際情勢の緊張に伴う資源・資材の高騰により、農業や社会の持続性に関心が高まっている現在、低投入・低コスト・高付加価値の経営が可能になる自然栽培は、これからの時代に求められる農業の一つの形になりつつあると言えます。そのような自然栽培について理解を深め、これからの食料生産や社会のあり方を考えるヒントに、本書をぜひ読んでいただければ幸いです。

2026年9月

農山漁村文化協会編集局

目次

口絵 i

はじめに―自然栽培を科学の目でとらえる― 1

第1章 自然栽培で作物が育つしくみ

―土壌微生物に肥料を作らせる―

杉山修一（弘前大学名誉教授）

第1講 微生物に肥料を作らせる……11

自然栽培とは何か？／自然栽培の本質は土壌微生物に肥料を作らせること／無肥料で育たなかったトウモロコシ／無肥料でもとれる農家がいた／無肥料で育つイネとの出会い／30年間無肥料でもミネラルは減らない！／無肥料自然栽培でのミネラルとチッソの流れ

第2講 土壌ミネラルを吸収させる……23

土壌ミネラルが植物に吸収されるまで／自然栽培の年数とミネラル含有量は関係ない／ミネラルの量はCEC（陽イオン保持力）と関連していた／土壌のCECはpHと連動する／リン酸の利用のされ方／pH調整の効果は長期間保たれる／水田では畑ほどpHを気にしないでいい／土壌pHの測り方／自然栽培を始めるには最初にpHの調整を

第3講 水田でチッソをめぐらせる……41

チッソは生物反応にかかわる元素／自然栽培でのチッソの流れ／高収量の無肥料水田ではチッソが効いている！／工業的なチッソ固定も生物的なチッソ固定も、原理は同じ／ニトロゲナーゼによる生物的チッソ固定が進む4条件／自然栽培も慣行栽培も肥料分は必要、違うのはその作られ方／自然栽培は日本のオリジナルな栽培法／土壌を乾燥させることが生長を促す／乾燥した土壌ではたらくバクテリア／メカニズムは日本酒造りと同じ／チッソ固定を行なう微生物／糸状菌から細菌へ分解のリレー／水田では攪拌によるチッソ供給が欠かせない／有機物不足への対策も大事に／自然栽培水田では雑草防除も重要

第4講 畑でチッソをめぐらせる……71

畑のチッソ固定と微生物／畑にもチッソ固定細菌がいる／チッソ固定細菌を増やす資材が見つかった／チッソ固定を促すにはC／N比の高い有機物／微生物によるチッソ固定を活性化させるポイント／無肥料で発達する自律的な栄養塩供給システム／地球の生命史から自然環境の成り立

ちを読み解くと……／木質の巨大化に対して分解が追いつかなくなった？／有機物の分解を進めればチッソ固定のサイクルが回る／有機物分解とチッソ固定が自然栽培の二本柱／太古の時代の循環が自然栽培のモデル

第5講 自然栽培でこれからの時代を切り開く……93

自然栽培の六つの利点／無肥料が無農薬栽培を可能にする／経費が下がる／自然栽培は収益面で大きな可能性！／経営の安定／中山間地域の活性化／食料安全保障にも貢献

第2章 実践報告 ここまで進んだ自然栽培

第6講 自然栽培の土づくり——サツマイモの大規模栽培から——……107

照沼勝浩（㈱Tファーム）

慣行栽培で害虫や病気が増えてきた／収量はどん底、壊れた土壌の再生に取り組んだ／慣行比8割の収量はとりたい！／ミネラル不足に思い当たる／自然栽培での土づくりのポイント（水はけ・pH・植物性ミネラル・植物性腐植）／苗作りも自然栽培で75 haのための苗作り／自然栽培のサツマイモづくりを日本中に広めたい！／ニンニク栽培にも挑戦中！

第7講 緑肥・不耕起・堆肥で微生物をはたらかせる

——多品目の野菜栽培から——……121

明石誠一（明石農園）

個人宅配の野菜の販売／無肥料での野菜づくりの五つのポイント／有機栽培から自然栽培に転換した最初の6年／ムギ・ダイズを繰り返し土がよくなった／ブレンドカバークロップで地力回復を目指す／変わるのに3年かかる理由／緑肥を3年間不耕起交互栽培／緑肥と野菜のストライプ栽培に手ごたえ／葉菜類や直播き野菜は緑肥の分解期間を確保／カルシウム欠乏を防ぎたい／ウッドチップ堆肥でミネラル補給／堆肥は土壌微生物のご飯／ウネの中のストライプ栽培を開始／野菜への養分は微生物が供給してくれる／有機栽培から自然栽培に転換するのがいい／「害虫」のコガネムシが土づくりの味方に！／自然の時間の速さで暮らす

第3章 質疑応答 自然栽培成功の秘訣を探る

……139

田んぼで好気条件と嫌気条件を上手にリレーするポイントは？／乾土効果と中干しの違いについて／水田の土を乾かすタイミングや注意点は？／冬期湛水は自然栽培に向かないの？／水田でのpHとCECの関係についてもっと詳しく知りたい／チッソ固定にはたらく菌は水田によって違う？／収量を落とさずに自然栽培を始めたいが……／ウッドチップ堆肥の材料や投入法は？／落

ち葉堆肥の材料や種類を知りたい／好気条件と嫌気条件の調整に、耕し方はかわるの？／微生物のはたらきが鈍る冬の管理はどうするの？／ブルーベリーではpHは低いほうがいいと聞いたが……／光合成細菌、シアノバクテリア、メタン分解菌のはたらきは？

もっと知るための文献案内
164

著者紹介
167

第1章

自然栽培で作物が育つしくみ

— 土壌微生物に肥料を作らせる —



杉山修一
(弘前大学名誉教授)

第1章は、杉山修一さんによる自然栽培のメカニズムと実現のためのポイントの解説です。自然栽培の本質を一言で言えば、作物に必要な肥料分を微生物に作らせること。これまでに杉山さんが調査した実例をもとに、自然栽培の環境でのチツソとミネラルの流れに注目しながら、チツソ固定細菌をはたらかせて収量を安定させるポイントについて解説いただきました。杉山さんには、『ここまでわかった自然栽培』（農文協、2022年）をはじめ、自然栽培に関する著書がありますが、本章では、これまでの著書では紹介していない知見も交えて、自然栽培のしくみを科学的に解説してもらいました。

第1講

微生物に肥料を作らせる

自然栽培とは何か？

皆さん、こんにちは。

この講演会も、第1回目は菌根菌、第2回目は「菌ちゃん農法」で、3回目が私の講義になりますが、今回は「なぜ肥料を与えなくても、作物が育つか」という、もともと根本的な問題にアプローチしたいと思います。

本題に入る前に、自然栽培と有機栽培や自然農法の違いを整理しておきたいと思います。農法の違いは利用できる管理を比較するとわかりやすくなります^(注1)（表1）。慣行栽培は化学肥料と合成農薬を使用できます。

有機栽培は、化学肥料と合成農薬を使えませんが、天然物由来で認証を受けた有機質肥料と有機農薬は使えます。

自然栽培は、炭素率の高い有機物は投入しますが、畜産物由来の有機質肥料は投入せず、また目的外の生物を殺傷する有機認証農薬を使いません。一方で、耕起を行ったり、雑草防止用のビニールマルチを使うことができます（後述）。

自然農法（自然農を含む）では耕起をしないか最小限にとどめ、ビニールマルチも使いません。しかし、不耕起では田んぼを起こせず、代かきもできなくなります。また、日本の温暖湿潤な気候では雑草の生育が旺盛で、ビニールマルチを使わないと雑草の抑制に大変な労力がかかります。

自然栽培は、リンゴ農家の木村秋則氏が福岡正信著『わら一本の革命』（春秋社、1983年）を読んだことがきっかけで始めた農法で、日本の気候風土に合わせて自然農法を実現しやすい方向に修正した農法と言えます。今日の話は、自然栽培に関するものですが、考え方は自然農法にも通じます。また自然栽培には、「肥料を投入せずに作物を栽培する」とことと「農薬なしに病虫害を防ぐ」という大きな2本の柱があるのですが、今回の話は前半の部分に絞っています。後半の無農薬に関する内容は私の著書『ここ

までわかった自然栽培』に書きましたので、そこらを参考にしてください。^(注1)

（注1）自然栽培の英訳としては、欧米で広く知られている自然農法（natural farming）をベースに改良を加えた農法という意味で、私は[semi-natural farming]を使っている。

（注2）同書第6章、第7章。

自然栽培の本質は 土壌微生物に肥料を作らせること

さて、本日の話の主題は、「土壌微生物に肥料を作らせる」です。

図1に示したように、慣行栽培も有機栽培も、これまでの作物栽培は外部から肥料などの資材を与えて作物を育てるというのが基本的な考え方です。一方自然栽培では、外部から肥料を与えなくても、土壌中の微生物に肥料を作らせることで

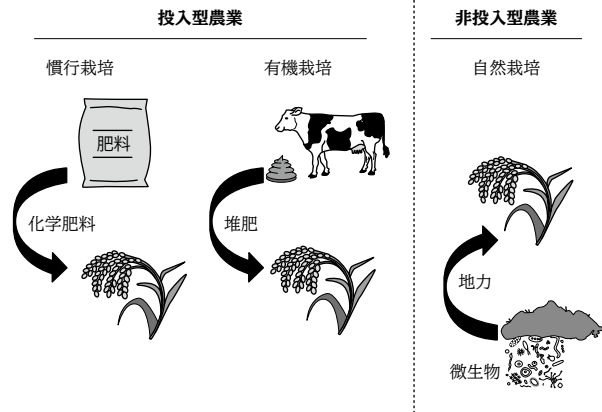


図1 投入型の農業と非投入型の農業（イメージ）

表1 農法・栽培法とそれぞれの栽培管理

農法	利用する管理
慣行栽培 (conventional farming)	耕起、除草、化学肥料、合成農薬
JAS有機栽培 (organic farming)	耕起、除草、有機肥料、天然物由来農薬
自然栽培 (semi-natural farming)	耕起、除草（ビニールマルチ）
自然農法 (natural farming)	不（減）耕起

物を育てることができると考えます。欧米で発達した有機栽培でも外部からの資材投入が基本なので、この考え方は世界的にも新奇性が高く、農業におけるイノベーション技術なのです。

私が「奇跡のリンゴ」で有名な木村秋則さんのリンゴ園を初めて見たのが、弘前大学在職中の2003年でした。それから自然栽培に興味を持ちましたが、本格的に研究を始めたのは2010年頃です。

その後、2020年に大学を退職しました。それまで自然栽培のしくみを科学的に説明した書籍がなかったため大学に在職していた時の研究を生産者向けにまとめた『ここまでわかった自然栽培』を2022年に出版しました。

その後も、引き続き研究を続け、この本に盛り込んでいない新しいデータも得ることができました。今日はそのデータなど使いながら、「どうやって土壌の中で肥料なしに作物は育つのか?」というテーマでお話をしたいと思います。

無肥料で育たなかったトウモロコシ

最初に、写真1をご覧ください。この写真には現在の大学農学部で教える授業内容の基盤となる考え方が反映されています。それぞれ肥料の入れ方が異なるポットで、トウモロコシを栽培したものです。一番右はチッソ(N)・リン(P)・カリ(K)の3要素を全部与えたものの、その左がチッソとリン、チッソとカリのそれぞれ2種類を入れたもの、続いてチッソ、リン、カリを単

独で与えたもの、左から二番目は何も入れていないもの、一番左はチッソを除く2要素を入れたものです。

ご覧の通り一目瞭然で、肥料分、とくにチッソを与えていないトウモロコシの生育は、右端の肥料3要素をすべて与えたトウモロコシに比べて非常に貧弱です。肥料を入れないと作物が育たないということが明確に示されています。このことは農学の世界では常識とされてきましたし、今農業をやっている方にとっても同様だと思います。「無肥料の栽培なんてできるはずがない」と、私も当初はそう考えていました。

無肥料でもとれる農家がいた

しかし、現場に足を運ぶうちに、「どうもそうではないのではないか?」と思うようになりました。その例をいくつかご紹介します。

▼サツマイモ

写真2(左)は、今日私のあとにお話しされる照沼勝浩さ

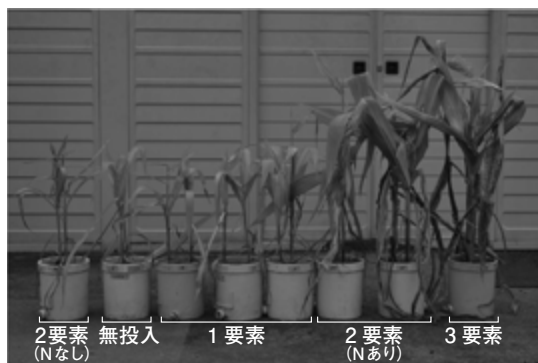


写真1 トウモロコシの肥料効果試験(弘前大学農学生命科学部松山研究室)
左端はNなしの2要素、次が無投入、1要素(K、P、N)、Nありの2要素(NK、NP)、右端が3要素(NPK)の投入
N:チッソ、P:リン、K:カリ

んのサツマイモです。このサツマイモは、無肥料で育てたものです。照沼さんは実家がサツマイモ農家で、実家を継いで慣行栽培でサツマイモをつくっていましたが、2004年頃から無肥料・無農薬でのサツマイモ栽培を始めました。とても苦労されたのですが、試行錯誤の甲斐あって、今では慣行栽培に勝るほどの立派なサツマイモが育つようになりました。繰り返しますが、このサツマイモは、無肥料で育てたものです。それも1年だけではなく、何年もこういう状態でつくっていただけるわけです。

▼多品目の野菜

写真2(中)も、今日このあと登壇される明石誠一さんの農園の野菜です。明石さんは埼玉県で、40〜60種ぐらいの野菜を無農薬・無肥料でつくって、消費者に提供しています。明石さんも無肥料ですが、60種類という非常に多くの種類の野菜を、肥料を与えずに、しかもきちんと商品になるように立派に育てておられます。



写真2 無肥料で栽培しても良好に育つ農作物

左はサツマイモ（茨城県・Tファーム）、中は多品目野菜（埼玉県・明石農園）、右はタマネギ（兵庫県・大村農園）

▼タマネギ

写真2(右)は、淡路島在住の大村太一さんが無肥料で育てたタマネギです。大村さんは若い方で、2011年に就農して、最初はイチジクを栽培していましたが、台風で被害を受けて、5年ほど前からタマネギの無肥料栽培を始めました。今では、このように無肥料でも非常に立派なタマネギができています。タマネギというのは、じつは無肥料での栽培が難しい作物の一つで、地力がないとなかなか太りません。そのようなタマネギが、新規就農した若い農家でもちゃんと育てることができるのです。

このように、現実にはいろいろな作物が無肥料でもたくさんとれているわけです。しかも、たった1年のたまたまの収穫ではなく、何年、何十年にもわたって無肥料でちゃんとつくっているという事実があります。では、最初に写真で紹介したポットのトウモロコシの写真は何だったのか、肥料を与えないととれないという話はいったい何だったのか、ということが、今日のお話のテーマになります。

無肥料で育つイネとの出会い

次に、イネの話になります。

写真3(左)は、私が最初に自然栽培の研究を始めた頃にお世話になった、宮城県の黒澤重雄さんの水田です。訪問したのは2013年6月のことで、この水田を中心に私は調査させていただき