

2—4—3 間作、混作

また、特殊な作付方法として、間作、混作があります。これは、同一の圃場に二種類以上の作物が作付される方法です。間作はある作物の収穫前に、その条間にほかの作物を栽培する方法で、混作は二種類以上の作物を同時に同じ圃場に栽培し、それらの間に主従のつけがたいような作付をいいます。たとえば、熱帯湿潤地帯の根菜農業のように、降雨量の多いところではバナナ、タロイモ、ヤマイモなど栄養繁殖の作物を、穴を掘って混作します。牧草を栽培する場合、イネ科植物とマメ科植物を数種混播きするのも代表的な混作です。また、ムギの間に間作される作物は、ムギの保護作用によって活着がよく、初期生育が促進するとされています。間・混作においては、光、養分、水分の競合を最小限にし、病虫害などから相互に保護しあい（詳しくは病虫害と自然農薬のコンパニオンプランツの項参照）、単独栽培より収量が上がるような組み合わせで栽培を行っていくことにより、農地の保全、地力の維持増進ということも期待されます。

しかし、間混作は単作にくらべて作業が煩雑になり、機械化には向かない作付方法です。

2—4—4 連作障害

連作障害の原因として主に挙げられているのは、①連作により土壌中の特定の養分が欠乏する。②連作される植物由来の特定の有毒物質が蓄積する、③作物に害を与える特定の土壌生物（病原菌、害虫）が繁殖する、④土壌の物理性が悪化する、などがあります。

連作障害は、日本では昔「いや地」と呼ばれていました。いや地とは作物を嫌う土地という意味であり、同一作物を連作したときに起こる現象全般をいや地と呼んでいました。しかし、1960年代に入り、野菜の産地化が進み集約度が高くなるとともに、産地ごとに特定の病気が多発するようになり、その対策に追われることとなりました。一般に、それまでいや地は、特定の微量元素の欠乏、または作物の分泌する毒素の集積に起因する生育障害と考えられてきましたが、このときになると、野菜の連作に伴う土壌伝染性病害が最も重要な原因であることが明らかになり、こうした、問題点の変換に伴い「連作障害」という呼び方が定着していったようです。

水稻は連作できる作物の最も顕著な例ですが、連作による特別な障害がないこと（湛水状態にすることにより連作障害の原因が除去されると考えられている）、湛水により有機物

の蓄積が進み、灌漑水による養分の天然供給量の大きいことなどが連作を可能にしています。

連作障害は、同一の作物でも土壌、気候の違いにより一律には論じられませんが、一般には、つぎのような例が示されています。しかし、連作障害がでない畑作物はないと考えた方がよいでしょう。

(1) 連作の害の比較的少ないもの

サツマイモ、カボチャ、トウモロコシ、ムギ類

(2) 1～2年休栽を要するもの

陸稲、アワ、キビ、ネギ、ハウレンソウ、落花生

(3) 3～4年休栽を要するもの

バレイショ、キュウリ、キャベツ、タマネギ、ハクサイ、サトイモ、ダイズ、インゲンマメ、シロウリ、ナガイモ

(4) 5年以上休栽を要するもの

ゴボウ、スイカ、ナス、トマト、トウガラシ、エンドウマメ、アマ

以上のように、マメ科、ナス科などには連作に弱い作物が多いようです。

2—4—5 熱帯における間・混作、輪作

熱帯において間・混作は、ごく一般的栽培方法として営まれており、その利点としては①土壌の被覆保全、②土壌水分その他の資源の周年有効利用、③病虫害、干害などに対する作物間の保険作用（危険分散）④収穫期の分散による食料の年間供給、などが挙げられます。とくに熱帯地域の農民にとっては、安全に対する保険の役割が大きいことに注意する必要があります。

熱帯で主に行われている間・混作、輪作はイネ科とマメ科の組み合わせです。

窒素固定能が高く混作適応性の高いマメ類、光合成能力が高く水利用効率の高いソルガム、ミレット、シコクビエなどのC4型穀類、C3型植物ながら低肥沃土、酸性とリン酸不足に耐性を有する陸稲、また、比較的耐旱性が強く低肥沃土にも耐性があるキャッサバなどが熱帯の間・混作、輪作によく採り入れられています。

インドネシアでは、陸稲とトウモロコシの混作、遅れてキャッサバが間作されます。陸

稲の茎稈はキャッサバのマルチ材として利用されます。陸稲の混作は東南アジア、アフリカの各地で見られますが、これは降雨の不安定による被害が大きいための危険分散です。

同様にトウモロコシも熱帯の各地で混作が見られますが、やはり危険分散の効果を期待するものです。トウモロコシは他の雑穀類にくらべると耐旱性が劣り、雨期中の休みなどにより不稔個体が多くなります。

トウモロコシとインゲンマメを混作し、トウモロコシの茎を支柱代わりにして、インゲンマメのつるをはわせる栽培が東南アジア、アフリカ、南米各地で行われています。光が競合しない、立体的に空間利用をした栽培です。ケニアでは、さらにサツマイモなどもあわせて混作しています。また、キャッサバの茎を支柱代わりとしてインゲンマメと混作する栽培も各地で行われています。ナイジェリアでは、ソルガムの茎稈を利用しヤムのつるをはわせて栽培を行っています。

ソルガム、ミレットは耐旱性にすぐれ、陸稲やトウモロコシが困難な地域で栽培されます。ソルガム、ミレットは西アフリカでは雨期作にラッカセイ、ササゲなどと混作されます。ササゲは比較的に日陰に耐える作物です。そして乾期には灌漑にてタマネギ、キャベツなどの野菜が栽培されますが、キャッサバ、ラッカセイなどがよく混作されています。

インド、中南部では、キマメ—ソルガムの間作が行われています。キマメは、不可給態のリンを可給化し、後作のソルガムはキマメの残した窒素、リンを利用しよく生育します。

インドネシア、東ジャワでは、水田裏作としてダイズが栽培されます。水稲収穫前にダイズが播かれ、稲わらはダイズのマルチ材として利用されます。

ブラジル、セラード地帯はやせた土壌でしたが、化学肥料を使ったダイズ—陸稲—トウモロコシの輪作体系が確立し、機械化された大規模な栽培が行われています。しかし、これから先も高水準の生産を維持できるかどうかは問題視されており、畜産と林業の導入、不耕起栽培の確立などが検討されています。

以上の例のように熱帯では、危険分散の意味合いが大きいものの多種多様な間・混作、輪作が営まれてきました。これらは単作にくらべて作業が煩雑であり大規模な機械化農業には向かないものの、常に土壌が被覆される、自然の生態に近いなどの土壌保全機能があります。大規模な単作農業による土壌の侵食、劣化が問題となっている現在の熱帯農業にとって、土壌保全機能のある間・混作、輪作は、持続可能な環境保全型農業として改めて見直されるべき重要な栽培法といえます。

<参考文献>

野口弥吉「栽培原論」養賢堂

古賀綱行「自然農薬で防ぐ病気と害虫」農山漁村文化協会

金野隆光・前田乾一・大久保隆弘「土づくりの原理」農山漁村文化協会

西尾道徳「土壌微生物の基礎知識」農山漁村文化協会

田中明編「熱帯農業概論」築地書館

2—5 病虫害と自然農薬

一般に、農作物の栽培は病虫害との闘いといわれ、農薬を使用しなければ栽培は難しいとまでいわれています。しかし、農薬を使うことによって病虫害を根絶できたわけではなく、かえって健康と不安と環境汚染を招くという悪循環を繰り返してきました。

したがって、これからの病虫害対策は、根本になる発生原因を知り、作物の生長にとって無理のない自然な栽培法を実施することが基礎となります。たとえば、連作障害は、同じ科目に属する野菜を連作して栽培することにより、その野菜を好む病菌が土壌内に異常に発生することから起こるといわれています。とくに、障害の出やすいナス科などは連作を避けることが必須です。

このように、障害の出やすい作物の連作を避け、他種と輪作し、病害の発生を未然に防ぐことが大切です。輪作というのは2種以上の野菜を組み合わせ、一つの場所で順々に別の野菜を栽培していくもので、2～5年後に再び最初の野菜に戻すという作型です。

農薬を使わずに雑草を生やしておく畑には、さまざまな天敵が飛来し、たとえ虫害の発生が始まっても、被害が際限なく広がることはありません。野菜を食べる虫は、比較的少数でカマキリ、ナナホシテントウ、オサムシ、ヒメマイマイカブリ、ハチ、クモ、トンボ、トカゲ、野鳥などの大部分はみな野菜を食害する虫を食べる天敵なのです。

農薬の散布をひかえ天敵が激減するのを避けつつ、土壌環境にも無理がないようにすれば病気が発生しても自然治癒力が強く、被害を最小限に抑えることが可能です。このように防除法を総合防除といいます。

歴史的に見ると、農薬が未発達だった第二次世界大戦までの病虫害の防除は、当時可能であったあらゆる手段を用いて行う総合防除が主体でした。しかし、その後効果の高い、しかも比較的安価な合成農薬が出てきたことで農薬が害虫防除の主流となりました。過度

の農薬の使用は病害虫が薬剤抵抗を獲得し、さらに殺虫剤の使用によって天敵が激減し、薬剤抵抗性をもった病害虫が多発生、食品への薬剤の残留、環境への悪影響などが招来されました。その反省から天敵などを活用した総合的害虫防止（IPM）が1960年頃から提唱されています。

2—5—1 総合的病害虫管理（IPM：Integrated Pest Management）

現在の害虫の管理方法は、かつての農薬一辺倒の防除から、害虫を撲滅するのではなく「ただの昆虫」にすることで「害虫との共存」をめざす総合的害虫管理(IPM)の方向に進んでいます。この考え方では、害虫も天敵が生きていくために必要なものと捉えています。農薬は、防除がどうしても必要となる害虫の密度を下げる時のみ最小限に使用します。使用する農薬も天敵などに影響の少ない選択性殺虫剤を使うことがすすめられています。

総合的病害虫管理とは、FAOが1965年に提示した「あらゆる適切な技術を相互に矛盾しない形で使用し、経済的被害を生じるレベル以下に害虫個体群を減少させ、かつその低いレベルに維持するための害虫管理システムである」という考え方をもとにしています。IPMは当初、害虫の防除に対して提唱されましたが、病害や雑草防除にも適応できる考え方であり、先進国はもちろん途上国も含めた世界全体がこの理念に基づいて、病害虫の防除を進めていく必要があります。

IPMは3つの重要な概念を含んでいます。それは、「複数の防除法の合理的統合」、「経済的被害許容水準」と「害虫個体群管理システム」です。

「複数の防除法の合理的統合」とは、いくつかの防除技術を組み合わせて用いることを意味していて、従来の「農薬主義」や「天敵主義」などの単一の防除手段だけをとらないという立場を明確にしたものです。

「経済的被害許容水準（EIL：Economic Injury Level）」とは、防除に要するコストに見合う以上の利益が得られないレベル以下の害虫密度以下ならば、防除を行わないで許容することを意味します。この考え方は従来の農業による害虫皆殺しや消毒哲学を否定するもので、総合的害虫管理の実行上特に重要な考え方です。

「害虫個体群管理システム」に重要なことは、従来の経験と勘による防除をやめ、害虫の密度変化や被害の発生量を科学的に予測して防除を行うことです。

2—5—2 総合的生物多様性管理 (IBM: Integrated Biodiversity Management)

IBMをもう一步進めた考え方が、最近でできました。それが、総合的生物多様性管理 (IBM) です。

水田や畑の周りで生活している生き物は、作物以外にも昆虫を含めた節足動物、両生類、は虫類、鳥類、雑草など多種多様です。それぞれの生き物は田畑以外にも自分の生活環境にあった生棲場所を生きるために必要としており、お互いに食べ物や住む所をめぐって、競争や寄生、捕食といった相互作用を通じて直接・間接に連鎖しています。害虫もこのような植物連鎖の中で生きています。

農業を行う上での昆虫の役割を考えると、益虫、害虫、ただの虫に分けることができます。この3グループを保全・保護の視点から見ると、IPMの考え方だけでは十分にカバーできないものが出てきます。それは、サンカメイガやタガメといった絶滅に瀕している害虫です。IPMでは害虫の密度が経済的に見合うように管理しますが、IBMでは害虫の密度が経済的に見合うように管理を行いながら、絶滅限界密度以上に密度を保つように管理を行います。

IBMを実施する時に注意することがあります。一つは、生物が生きていくために必要となるもの、たとえば、食べ物、隠れ家、越冬場所、交尾場所などを確保することです。水生昆虫の場合、ため池や雑木林、水の絶えることのない湿地なども必要となります。もう一つは、ただの虫のただならぬ働きを認識することです。天敵が生きていくためには食料となるただの虫が必要です。ただの虫の密度が高くなると、天敵の密度も高くなります。天敵の密度が高くなることで害虫増加の抑止力となるのです。三つめに注意することは害虫管理と生物多様性管理の両立技術です。いろいろな生物の連鎖中にある害虫を、連鎖を壊さないように管理するための技術を確立することが大切です。

2—5—3 天敵の保護と農薬

すべての害虫を一度に殺してしまうような便利な薬剤はありません。そのような薬剤があるとしても、天敵を含むあらゆる節足動物をも殺してしまう可能性があります。そして、その薬剤に対する抵抗性を獲得した害虫が出てくれば、防除はさらに困難になります。実際に、ある種の害虫とその天敵を殺してしまう薬剤を多用した場合、害虫がその薬剤に抵

抗を持ってしまい、以前にも増して同じ害虫が発生してしまうという現象が起こっています。この場合、天敵がいなくなってしまうことで、害虫の密度が高くなっているのです。このように、害虫に薬剤を散布したにもかかわらず、その害虫が増えてしまうことをリサージェンスといいます。

リサージェンスが起こらないように管理するためには、天敵昆虫を温存しながら害虫を防除することが大切です。そこで、農薬を使うとするならば、防除を目的とする害虫以外の生物に比較的影響の少ない選択性殺虫剤や、直接的に天敵への影響の少ない粒材などを、同じ薬剤を何度も使用しない組み合わせでローテーションを組むことが大切です。

このようなりサージェンスを避けるためには、できる限り合成農薬ではなく、後述の自然農薬を用いることが効果的で、IPM・IBMの観点からも自然農薬を用いることが推奨されます。害虫の被害が経済的被害許容水準を下回れば、従来の薬剤散布に比べて農薬使用回数を大幅に減らすことができます。

2—5—4 自然農薬

自然農薬とは、身近にある自然の材料を利用して、病虫害を駆除しようというものです。化学農薬の氾濫する今日、人体や環境に対する影響が環境ホルモンレベルで問題となってきました。自然農薬は、環境や人体に対する影響が優しく、病虫害を完全に防除することは難しいですが、抵抗性がつきにくく、長い間使用することができます。もちろん、自然の素材の中にも、アセビやトリカブト等の様に、人や家畜を死に至らしめるような、猛毒を持つものも含まれるので、使用には十分な注意が必要です。

自然農薬は、化学農薬に比べ安価で、自分で調製ができるので、ぜひその利用を学び、また自分でも工夫をして、環境に優しい農業を心掛けていきましょう。

これから、日本で行われている自然農薬のつくり方を紹介します。

(1) 基本的な利用法

- (a) 植えて利用（混植、間作、輪作）、または残さなどを畑に撒いたり、すきこんで利用したりします。
- (b) いぶして利用します。
- (c) 水に浸して有効成分を抽出します。

- (d) 水で煮出して有効成分を抽出します。
- (e) アルコールに浸して有効成分を抽出します。
- (f) 発酵させて有効成分を抽出します。
- (a) 植えて利用（混植、間作、輪作）、または残さなどを畑に撒いたり、すきこんで利用したりします。
- (a) は、植物の根や地上部から有効成分が揮発してくる場合に有効です。ネギやニラ、ハーブ等がそうです。(b) は、除虫菊など植物体内中の有効成分を熱で揮発させるのです。
- (c) (d) (e) (f) では、有効成分が水溶性か脂溶性か等で抽出方法を選ぶことになります。焼酎は水分とアルコール分が含まれているので、両方の成分を抽出できることになります。

(2) 日本での実例

(a) ネギ・ニラとの混植

ネギ・ニラには含硫黄化合物(硫黄を含んだ化合物)が多く含まれ、これらの化合物がネギの仲間独特の強い異臭となっています。これらの物質群は強い抗菌作用をもっています。同様なことはマリーゴールドにもいえ、この場合はマリーゴールドの根から分泌される含硫黄化合物がセンチュウに対して忌避作用を示します。

ネギ・ニラの根の位置が、対象作物が伸ばした根と同程度の深さにくるようにすることで、ネギ・ニラの寄生菌根菌による拮抗作用で病害菌の繁殖を抑制します。浅く広く根を伸ばす作物にはネギ、深く根を張る作物にはニラが向きます。

ネギ・ニラ混植で防げる病気

トマト	かいよう病、半身萎ちょう病、萎ちょう病
キュウリ	つる割病、立枯病
ナス	半身萎ちょう病
イチゴ	萎黄病
スイカ、ユウガオ	つる割病
ダイコン	萎黄病
ハウレンソウ	萎ちょう病
アウバラガス、ダイズ	立枯病
ニラ、タマネギ、ラッキョウ、コンニャク	乾腐病
ユリ	立枯病
シンビジウム、デンドロビウム、サボテン	腐敗病

(b) 畦畔にハーブを植える

ハーブ（香り草）は花が美しいだけでなく独特の香りを発することから、古くから人々に愛されてきました。しかし、なかには異臭を発する（日本人にとって）と感じるハーブもあります。

ハーブはその種類が多く、シソ科、セリ科、キク科など多岐にわたりますが、それぞれの科には特有の成分が含まれていて、その香りの成分が特定の虫類の誘引剤ともなっています。

ハーブを農業用に利用する場合は、その香り成分による忌避（または誘引）効果と、根から出てくる抗菌・駆虫成分による効果が考えられます。

香りの成分は主に花葉の地上部から発散されているので、生きたハーブを混植する方法がとられます。根からの成分の場合は、混植するか、あるいは根の抽出エキスを施与します。

害虫よけ病気よけハーブ（香り草）・花

作物名	効果
アサガオ	トウモロコシ、メロン、ツルインゲンと相性が良く、アブラムシを防ぎます。
アスター	多くの害虫を防ぎます。
アニス	アブラムシを防ぎます。ハチを招きます。
カモミール	花を水に浸して1日おいた液を散布すると病気よけになります。キャベツ、タマネギの生育をよくします。
キャットニップ	ノミハムシを防ぎます。ハチを招きます。
キャラウェイ	土を柔らかくするので畑に植えると良いです。
キンセンカ	ヤガ、アスパラガスクビハナガムシ、その他の害虫を防ぎます。多くの作物に有益で、特にトマトと相性が良いです。
キンレンカ	アブラムシをおびき寄せます。オンシツコナジラミ、ヘリカメムシを防ぎます。キャベツ、キュウリ、トマト、ラディッシュ、果樹と相性が良いです。
グラジオラス	インゲン、エンドウなどの豆類に対し有益に作用します。
コスモス	多くの虫を寄せ付けないので、畑の周りに植えると良いです。
コリアンダー	ハチを招き、多くの虫を防ぎます。
サマーセイボリー	豆類とタマネギの生育を良くし、風味を増します。
除虫菊	多くの害虫を駆除します。
スイートバジル	スイートコーンと混植すると、アワノメイガの被害が減ります。アブラナ科と混作すると、アオムシ、アブラムシが減ります。
セージ	モンシロチョウ、ニンジンバエを防ぎます。キャベツの風味を良くします。キュウリの生育を妨げます。

作物名	効果
ゼラニウム (白花)	マメコガネが食べて死にます。ヨコバイを寄せつけません。キャベツ、ブドウ、ダイズ、トウモロコシ、バラに有益です。
ソバ	コメツキムシ類の幼虫を駆除します。
タイム	ハチを招き、モンシロチョウを防ぎます。古代より薬草として使われています。
タンジー	マメコガネ、ウリハムシ、アリ等を寄せつけません。
チャイブ	アブラムシを寄せつけません。
ニンニク	果樹の根元を囲んで植えると、キクイムシ、スカシバなどの樹皮の下にもぐりこむ虫を防ぎます。ニンニクのスプレー液はアブラムシその他の多くの害虫と病気に効果があります。
バジル	カヤハエを追い払います。
ヒソップ	モンシロチョウ、マメコガネをおびき寄せます。ハチを招きます。
百日草	トマトにつくヤガやウリハムシを防ぎます。マメコガネをおびき寄せます。
ペチュニア	ヨコバイ、アブラムシ、マメ類の害虫を防ぎます。
ホースラディッシュ (西洋わさび)	バレイショを丈夫にし、病気を防ぎます。
ポリジ	ミツバチを招きます。トマトのヤガを防ぎます。
マージョラム	ハチを招き、多くの害虫を防ぎます。
マリーゴールド	センチュウ、アブラムシを寄せつけません。トマト、マメ類、バレイショ、バラの生育を良くします。
ミント (ハッカ)	カメムシ、アブラムシ、アオムシ、ハエ、ネズミ等を寄せつけません。トマト、キャベツの生育を良くします。ハチを招きます。
ルー	マメコガネを防ぎます。ハエを防ぎます。
レモンバーム	レモンのような香りの葉を健康茶として利用する。ミツバチが好む植物。
ローズマリー	モンシロチョウ、ニンジンバエ、ヨトウガを防ぎます。キャベツ、ニンジン、マメ類に有益です。
ワームウッド	モンシロチョウ、ニンジンバエ、ノミトビムシ、アブラムシなど、多くの虫や蝶、動物を寄せつけません。近くの植物の生育を抑制するので、畑の周囲に植え、畑のなかには植えない方が良いでしょう。煎じた液を地面に撒くと、ナメクジを防ぎます。

(c) トウガラシ、ニンニク液

その1

- ①トウガラシ500gを4ℓの水で約20分間煮ます。煮たトウガラシを新たに10ℓの水の中ですりつぶし、それに水20ℓと泡盛(35度)900mlを入れてできあがりです。これを作物に散布します。

②ニンニク 1 ℓ をすりつぶし、500m ℓ の玄米酢と 35度の泡盛 1.8 ℓ と、10 ℓ の水を加えます。

③200 ℓ の水にトウガラシ液 10 ℓ、ニンニク液 10 ℓ を加えます。展着剤として黒砂糖 200g を加え、2 週間に 1 度の割合で散布します。アブラムシ、スリップス、アオムシ等の害虫に対し、殺虫効果があるようです。

その 2

①泡盛に、ニンニク、トウガラシを浸け、1 か月程置いておきます。害虫を退治するには 150 倍、健康なときの予防散布の場合では、300～500 倍で散布します。

②トウガラシ 500g をすり鉢ですって、6 ℓ の水を使って 4 時間ヤカンで煮ます。

③同じように、黒コショウ、すりつぶしたニンニクで液をつくりまます。これらの液を全て混合し、約 300 倍に希釈したものを使用します。アブラムシ、カイガラムシ、ダニ、ヨトウムシ、タンソ病、ウドンコ病、萎ちよう病、萎縮病等の病害虫に効果があるようです。葉面散布、灌注、灌水の方法で効果があります。

(d) 米ぬか

①全面散布…手で撒いたり、ストッキング等に入れ、作物の上からふり歩きます。病害虫がつかなくなり、天敵（クモ、鳥）を呼び寄せます。

②おとり防除…ヨトウムシ、ナメクジ、ネキリムシ等に対して、化学農薬と米ぬかを混ぜて使用すると、効果的に防除でき、化学農薬の使用を減らせます。

(e) コーヒー

①コーヒー豆からコーヒーを挽いた後のかすを株元に撒くと、センチュウ、ヨトウムシを防げます。

②濃いめに入れたコーヒーをそのまま散布して、ハダニを防ぎます。

(f) みかんの皮

①みかんの皮を干したものを土壌に施すと、ネギの赤さび病、トマト、ナスの青枯病を防ぎます。

②干したミカンの皮を水に 1 晩浸けたものを灌水に用いると、害虫を寄せつけません。

(g) 牛乳

①牛乳（腐りかけたものが良い。）を薄めずに散布すると、アブラムシが死にます。

②タバコのモザイク病にかかった株を抜き取り、その株の周囲 5～6 m の株に牛乳を水で 2 倍に薄めたものを散布すると、モザイク病が抑えられます。

③腐りかけた牛乳を化学農薬の液に混ぜると、ダニが寄ってきて、確実に退治でき、農薬の使用を減らせます。

牛乳1ℓを水9ℓで薄め、5日おきに散布します。病気を媒介するアブラムシをおさえるので、モザイク病、エキ病を防ぎます。

(h) 焼酎

35度の焼酎を1000倍に薄めて、ウドンコ病の白いカビがきれいに流れ落ちる位に散布すると、ふたたび発生するのを抑えます。

(i) タバコニコチン

タバコの吸い殻20本を水1ℓに3時間以上に浸します。アブラムシ、アオムシ、カメムシを防ぎます。トマトには、タバコのモザイク病やエキ病がうつる恐れがあるので使用できません。

(j) 草木灰

草木灰をストックングに入れ、散布すると、アブラムシ、コガネムシ、ウリバエ、テントウムシダマシ、アオムシを防ぎます。

(k) 醸造酢

水1ℓに食酢20～40cc、展着剤として石鹼5gを混ぜ、散布します。様々な病害虫を防ぎます。また、作物自体が元気になって、病害虫に侵されにくくなります。

(l) ワカメ、海草

ワカメ2握りを水1ℓで煮だし、散布すると、アリ、アブラムシ、ダニ等を防ぎます。ワカメ以外の海草、ツノマタ、ホンダワラ等でも同様に利用できます。

(m) モロヘイヤ

モロヘイヤをミキサーで粉にし、500～100倍に薄めた液を散布すると、アブラムシが窒息して死にます。

(n) 卵のから

卵のからを小さく砕いて、種まきや定植直後に株元に敷きつめます。ネキリムシを防ぎます。

(o) ネギ

生のネギの茎葉1握りを、器に入れて熱湯を約1ℓ位かけて、30分間置きます。その液を水で約2倍に薄めて石鹼5gをとかし、2回程よく布でこします。これを葉面散布するとウリ科のウドンコ病や灰色カビ病等に効果があります。

(q) ビワの葉

ビワの葉10枚くらいを1.8ℓの焼酎に1カ月漬け、3倍に薄め散布すると、ナンブ病に効きます。

(q) エビスグサ

エビスグサを播種後60～70日後にすき込むと、キタネグサレサンチュウを減らします。緑肥としても効果があります。

(r) コブトリソウ

ネコブセンチュウを減らします。緑肥としても効果があります。

(s) ギニアグラス

サツマイモのミナミネグサレセンチュウを減らします。緑肥としても効果があります。

(t) ムクナ

センチュウ密度を下げ、広葉雑草の生育を抑えます。緑肥、食用、牧草としても利用できます。

(u) ヘイオーツ

センチュウが減ります。緑肥としても効果があります。

(3) パラグアイでの実例

次に、筆者がパラグアイで得た自然農薬の資料を紹介します。パラグアイ特有の薬草と思われるものは、そのままアルファベットで表記しました。

(a) Cola de caballo (トクサ)

1 kgのCola de caballoを10ℓの水で煮ます。50ℓの水と混ぜ、晴れた日の朝にうちにジョウロで地面にまきます。土壌の殺菌として、苗床に使用します。

(b) トウガラシ

1握りの乾燥したトウガラシを細かく刻んだものに3ℓの熱湯を注ぎ、ふたをして置いておきます。冷めたら、新たに1握りの乾燥したトウガラシと3ℓの水を加え、1日置きます。その後細かい布でこします。18ℓの水を加え、スプーン18杯の粉セッケンを加えます。テントウムシ、アワノメイガに効きます。

(c) ニンニク

① 4 かけらのニンニクを 1 ℓ の水の中で潰します。ふたをして 12 日間置きます。10 ℓ の水と混ぜ、散布します。虫除けとしてよく効きます。

② 4 球のニンニクを潰します。10 ℓ の水と混ぜます。半日置いてから散布します。

③ 100g のニンニクを 1 ℓ の水の中で潰し、苗床に散布します。インゲンとソラマメには使用できません。アブラムシ、ハエ類、ダニ類、菌類に効きます。

(d) イラクサ

100g の生のイラクサを潰し、1 ℓ の水のに浸し、3 日間置きます。10 ℓ の水を加え、散布します。アブラムシ、アオムシに効きます。

(e) タイワンセンダンの種 (semillas de Paraiso)

1 kg の熟した種を 5 ℓ の水で煮ます。散布または灌水します。アリを寄せつけません。アブラムシ、アオムシ、バッタ類に効きます。

(f) Tartago (トウダイグサ科ユーホルビアの 1 種) の種

250g の種を 1 ℓ の水で煮ます。漉して、散布します。アブラムシ、バッタ類に効きます。

(g) Ajennjo (ニガヨモギ)

1 kg の乾燥したニガヨモギの葉を 10 ℓ の水で、鍋にふたをして 20 分煮ます。1 日おいて、漉してから 60 ℓ の水を加えます。セッケンを加え、散布します。アブラムシ、アオムシ、ハエ類に効きます。

(h) タバコ

乾燥したタバコの葉 1/4 枚を 5 ℓ の水で 20 分鍋のふたをして煮ます。冷まして、20 ℓ の水とセッケンを加えます。色の濃いガラス瓶に密閉すれば、数週間保存できます。散布してから収穫までに 3 日以上置くことが必要です。ダニ類や多くの昆虫に効きます。

(i) シダ

500g の乾燥した葉を 10 ℓ の水につけ、1 日置きます。鍋のふたをして 10 分間煮ます。冷ましてから 90 ℓ の水を加え、散布します。ダニ類、カイガラムシ類、アブラムシに効きます。

(j) タマネギ

タマネギ 250g を潰し、10 ℓ の水と、50cc のアルコールと混ぜ、散布します。インゲンとソラマメには使用できません。ハエ類、ダニ類、アブラムシ、菌類に効

きます。

(k) 葉ネギ

500gの葉ネギを潰し、10ℓの水と混ぜます。1日おき散布します。インゲンとソラマメには使用できません。ハエ類、ダニ類、アブラムシ、菌類に効きます。

・葉ネギに熱湯をかけ、15分置きます。2ℓの水を加え、散布します。インゲンとソラマメには使用できません。ハエ類、ダニ類、アブラムシ、菌類に効きます。

(l) トマト

トマトの茎葉500gを刻み、2ℓの水と1ℓのアルコールを加え、色の濃いビンにつめ、ふたをして5日置きます。この液カップ1杯を10ℓの水に加え散布します。昆虫類、アブラムシ、菌類、バクテリア類に効きます。

(m) カモミール

カモミールの花と茎葉を水に浸し、1日置きます。石鹼を混ぜ、散布します。アブラムシに効きます。

(n) せっけん水

5ℓの水を沸騰させ、50gの石鹼を入れます。さましてから散布します。アオムシ、アブラムシ、カイガラムシに効果があります。

(o) 草木灰

①乾燥した灰を作物の上からふりかけます。アブラムシに効きます。

②マメ類を貯蔵する際にマメ100kgに対して1kgの乾燥した灰（特にモミガラの灰が良い。）を混ぜるとマメゾウムシを防げる。調理する前には、豆を良く洗い、灰を取り除きます。

③1ℓの水に1～2握りの灰を混ぜ、1日おき、漉してから散布します。アブラムシに効きます。

④50gのセッケンを5ℓの熱湯にとかします。冷ましてから、100gの灰を加えます。半日おいてから散布します。5日ごとに散布します。アブラムシ、カイガラムシに効きます。

(p) ヘンルーダ

ヘンルーダ1握りを1ℓの水で20分煮ます。密閉容器で1日おいて10ℓの水を加え、散布します。アブラムシ、ハエ類、に効きます。

(q) 死んだ昆虫

作物についている生きた昆虫を手で集めます。少し水を入れたフラスコの中に昆虫を入れ、死んで腐るまで置いておきます。たくさんフラスコを用意し、畑の様々な場所にフラスコを置きます。腐った汁を同じ種類の昆虫が嫌い、寄り付きません。

(k) K'arare

500gの茎葉を潰し5ℓの水を加えます。半日置き漉してから散布します。バッタ類に効きます。

(s) Candeln pire + Ka'atai

Candeln pire を2 kgと Ka'ataiを2 kg 10 ℓの水に入れ、1日おきます。80 ℓの水を加え、セッケンを混ぜ、散布します。アブラムシに効きます。

(t) Tajuja または Sandia brava

根を10cmの長さに切り、畑にまきます。根の汁が昆虫を寄せつけません。

(u) ドライイーストと砂糖を1：1に混ぜます。それをアリの通り道に撒くと、アリが巣に持ち帰り、後で死にます。

(v) 骨粉、細かくした灰、灰、細かくした卵のからを作物の周りを囲むように撒きます。するとアリを寄せつけません。

(4) コンパニオンプランツについて

コンパニオンプランツ(共栄作物)と言われる、相性の良い作物を組み合わせることで、作物の生育が良くなり、病虫害にかかりにくくなることが知られています。

(a) ハクサイ、キャベツの近くにセロリを植えると、匂いでモンシロチョウが寄ってきません。

(b) ハクサイ、キャベツの近くにトマトまたはトウガラシを植えると、モンシロチョウが寄ってきません。

(c) キャベツ畑にところどころハクサイを植えると、害虫がハクサイに集まるので防除がしやすくなります。

(d) キャベツの近くにレタスを植えるとモンシロチョウが寄ってきません。

(e) ゴボウとホウレンソウの組み合わせは、互いに生育が良くなります。

(f) トウモロコシまたはジャガイモの近くにインゲンを植えると害虫が寄ってきません。

- (g) ウリ類の株元に二十日ダイコンを植えると、ウリハムシがつきにくくなります。
- (h) ショウガ、ミツバは、キュウリの側に植えると、半日陰になり、生育が良くなります。
- (i) レタスとニンジンの組み合わせは、互いに生育が良くなります。
- (j) ムギ類は、ウリ類、ナス類、サツマイモなどほとんどの作物と相性が良いです。
- (k) アスパラガスは各種の野菜の防虫、センチュウ予防になります。
- (l) ラッカセイを植えると、サツマイモのセンチュウ害が減ります。
- (m) トウモロコシの近くに白いゼラニウムを植えるとコガネムシが集まり、防除がしやすくなります。
- (n) カリフラワーの連作にブロッコリーを1作はさむとキンカク病が減ります。
- (o) カボチャ、メロン、トウモロコシは相性が良く、お互いに生育が良くなります。
- (p) キャベツとインゲンは相性が良いです。
- (q) キュウリとインゲンは相性が良いです。
- (r) ハクサイとキュウリは相性が良いです。
- (s) ゴマとサツマイモは相性が良いです。
- (t) ホウレンソウとイチゴは相性が良いです。
- (u) エノコログサはキュウリの萎凋を防ぎます。
- (v) ゴマとニンジンと相性が良いです。
- (w) エンドウとカブは相性が良いです。
- (x) ササゲの畝の両端にアサガオを植えるとアブラムシが寄ってきにくくなります。
- (y) メロンハウスの中にソラマメを通路側に植えると、アブラムシがソラマメに集まり、メロンの害が減ります。

(5) 相性の悪い作物

コンパニオンプランツとは逆に、相性が悪く、互いの生育を阻害する作物の組み合わせを紹介します。

- (a) ニンニク、ネギ類は、マメ類の生育を阻害します。
- (b) ホウレンソウの後のキュウリは不調になり、トマトは樹が暴れます。
- (c) ジャガイモの後のエンドウは生育が良くありません。

- (d) ショウガとサトイモは相性が良くありません。
- (e) ショウガとジャガイモは相性が良くありません。
- (f) エンドウの後のホウレンソウは病気がでやすくなります。
- (g) トウモロコシの後のサツマイモは生育障害がでます。
- (h) サツマイモの後のサトイモは良くありません。
- (i) トマトとハクサイは相性が良くありません。
- (j) カボチャとジャガイモは相性が良くありません。

(6) 耕種的防除法

- (a) 1つの作物を同じ場所で何度も栽培する（連作）と病害虫が発生しやすくなります。これを連作障害と言います。連作障害の起きやすい作物と起きにくい作物があります。

①連作しても良いもの

コマツナ、ホウレンソウ、ニラ、シュンギク、フダンソウ、シソ、トウモロコシ、カボチャ、オクラ、ゴマ、ハヤトウリ。

②1～2年休むもの

ダイコン、コカブ、ラディッシュ、ソラマメ、サラダナ、キャベツ、カリフラワー。

③2～3年休むもの

キャベツ、レタス、パセリ、ネギ、ハクサイ、タマネギ、エダマメ、キュウリ、イチゴ、ニンジン、ショウガ。

④3～4年休むもの

トマト、ジャガイモ

⑤4年以上休むもの

ナス、ピーマン、トウガラシ、サヤエンドウ、サヤインゲン、ソラマメ、シントウ。

- (b) 畑の周りを背の高いトウモロコシやムギ類で囲うようにすると、畑の外から来る、ウィルスを持ったアブラムシはまずそこへつき、そこで吸汁する際に大部分のウィルスはトウモロコシやムギの体内に入り、次に畑の作物についてもほとんどウィルスを媒介することができなくなります。囲いとして植える作物を集中的に防除することで、栽培する作物の農薬を減らすことができます。

2—6 小規模栽培と家族の栄養バランス

途上国では、輸出用の穀物や工芸作物などの換金作物の生産が主流のため、現地住民のための作物生産および作物流通の確立が進まず、作物の種類および供給量の不足から慢性的な栄養失調状態にある地域が多くみられます。また、熱帯では野菜などの生鮮品の日持ちが悪いため、山間地などの遠隔地では野菜不足による栄養障害が問題となっています。そのため、地域住民の食生活の安定を図るには、小規模で自給自足を目指した栄養バランスの整った多種の作物栽培をその地域に導入していく必要があります。

2—6—1 土地の有効利用（多種品目の輪作・混作栽培）

各地域で自給自足を目指した栽培体系を考える場合、限られた土地を空間および時間的にいかに有効利用し、多様な作物の安定栽培生産を拡大するかが問題となります。また、多種多様な作物の栽培は、異常気象などによる不作の際の危険分散にも繋がります。

まず、現在の圃場の作付け体系を見直し、それまで農閑期であった時期を利用して、多種品目を組み合わせた輪作栽培の導入を考えてみましょう。輪作栽培では、各作物ごとに根の伸長、窒素固定能の有無、窒素要求量などが異なるため、土壌肥沃度が保たれ持続的な作物生産が望めます。また、連作による土壌病害や害虫の回避、また、野菜などの本来除草作業を必要とする作物では、雑草の防除を効果的に行うことも可能です。また、混作栽培では、相性のよい組み合わせを採用することにより、収量の増加が図られると同時に、圃場の空間の有効利用、特定害虫の大量発生を予防できるなどの利点があります。輪作・混作栽培の基本的留意点については、混作・輪作の章を参考にしてください。

2—6—2 家庭菜園

人間は、身体を維持するために多くの栄養素を作物から摂取していますが、とくに、ミネラル、ビタミン、食物繊維などを豊富に含んでいる野菜類の確保は、私たちの健康に大きく影響を及ぼします。まず初めに、ミネラルなどの栄養素の役割についてですが、ミネラル（無機塩類）は、おもに人体の循環系、泌尿系、神経系の疾患の発生を防ぐなど、様々な生理作用に関係しています。リンやカルシウムは骨格の形成に働くほか、緑黄色野

菜などの多く含まれている鉄は、血液中のヘモグロビンの生成、カルシウムカルシウム、ナトリウム、マグネシウムなどのアルカリ塩類は、体液を中和する働きを示します。また、ビタミン類もミネラルと同様に、身体の様々な生理作用に関係しています。ビタミン類、とくに、ビタミンCは、組織内の酸化酵素や熱によって壊れやすく、収穫後、日数とともにその含量は減少します。そのため、基本的には生鮮食料品から補給している栄養素であり、野菜類は、ビタミン類の供給源として重要な役割を果たしています。野菜では、緑葉の多いものにビタミン類（とくに、ビタミンA）は多く含まれており、なかでも日射の強い地域で栽培された野菜は、ビタミン含量が高い傾向があります。

このように重要な栄養供給源である野菜をいかに周年確保していくかは重要な問題ですが、流通システムの確立していない地域では、各自で必要な作物を確保する自給自足の形態が望ましいと思われます。そのため、住居の庭先を小規模に開墾し、季節の野菜類の栽培を行う家庭菜園は、自給自足の一つの在り方として有効と考えられます。家庭菜園での栽培作物ですが、圃場の輪作・混作と同様に、年間を通じて収穫が可能になるよう多種品目を組み合わせた栽培計画が必要です。また、より幅ひろく食物を確保し、自給自足を確立するためには、農作物の栽培だけでなく、鶏や豚など家畜の飼育や魚の養殖を併行して行うことが必要と思われます。とくに、山間地などは、肉や魚などの動物性タンパク質の摂取量が非常に低いといわれていますが、家畜の飼育や魚の養殖により良質のタンパク質を確保することができ、地域の人々の栄養状態の改善が望めます。

(1) ホームガーデン (Subsistence Garden)

熱帯地域では、住居の周辺に家庭菜園を設けるだけでなく、果樹、薬用植物の栽培や鶏などの家畜の飼育、池での魚の養殖など組み合わせて行うホームガーデン (Home Garden/Subsistence Garden/Kitchen Garden) と呼ばれる伝統的な自給自足の生活システムが存在しています。このホームガーデンは、東南アジアの根栽農耕文化の基礎要素を多く残した焼き畑農法の慣習といわれています。

つぎに、オセアニア、インドネシアでのホームガーデンにおける土地利用の一例を紹介します。パプアニューギニアなどのオセアニア地域のホームガーデンでは、一つの園内に7~15種類の作物が栽培されています。栽培作物では、主食となるデンプン作物 (サツマイモ、ヤム、タロ、トウモロコシ、バナナなど) の作付け面積が最も広く、つぎに野菜 (在来の葉菜類、トマト、レタスなど3~5種類程度)、果樹 (パパイヤ、パイナップルの数

種類) このほかに、ワタ、タバコ、コーヒー、香辛料など換金作物の栽培も行われています。

一方、インドネシアのホームガーデンでは、オセアニアのように主食となるデンプン作物が中心に栽培されているのではなく、年間を通じて果樹をはじめとする木本性の作物栽培の中心であり、その合間の園内に野菜、デンプン作物、香辛料などを効率よく配置して栽培を行っています。また、栽培されている作物の種類は、各園の規模により異なり、20～60種程度といわれていますが、作物栽培のほかに養魚池がある園もあります。

ホームガーデンのような伝統的な自給自足システムは、合理的なモノカルチャーの進んだ現在、珍しい農業形態となっています。しかし、現地の人々の食生活をできるだけ栄養のバランスのとれたものにするためには、このような小規模ですが土地の利用効率が高く、自給自足を目指した農業形態を見直し、栄養的な面に重点をおいた作付け体系や家畜の飼育を行い、食生活の改善を試みる必要があります。

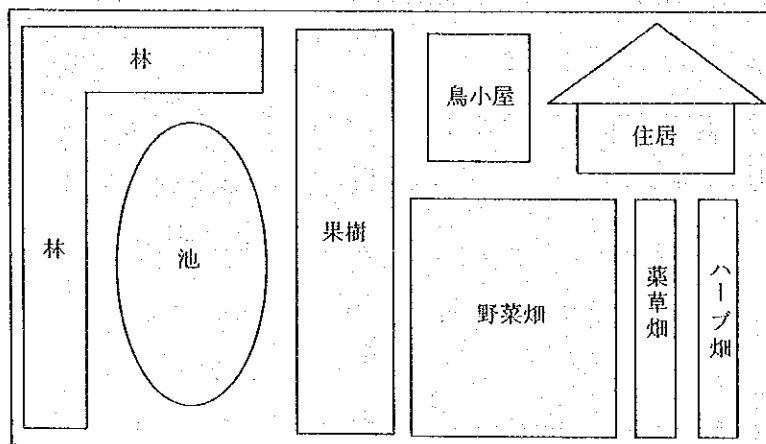


図1 サブシステム・ガーデンモデル

2-6-3 家庭菜園における作業および注意点

以上のように、住宅の庭先を利用した家庭菜園では、限られたスペースを生かして、出来るだけ多くの種類の野菜を年間を通じて栽培することが理想です。まず、栽培品目の選択は、先に述べましたが畑での栽培体系同様、連作障害を引き起こさない作付け体系を考えて下さい。また、連作障害は作物によってその発生率は異なります。ナス、ピーマン、トマト、キュウリ、メロン、スイカなどの作物は、連作障害の現れやすい作物であり、2～3年休栽する必要があります。スイカなどは、4年の休栽が適当です。反対に連作障害の

発生しにくい作物として、サツマイモ、カボチャ、ニンジン、ニンニク、コマツナなどがありますので、連作障害の発生しやすい作物と組み合わせて栽培することが有効です。また、葉菜や根菜類をバランスよく組み合わせることは、作物の土壌中の根の張りや耕作深度に変化を与えるため、土壌の物理性を改善します。

つぎに、栽培に利用できる場所の広さを考える必要があります。混雑した状態での栽培は、日照不足による生育不良招くばかりか、作業能率を低下させます。栽培場所は、広さに応じて計画的に栽培品目を決めることが望ましいといえます。1坪(3.3m²)程度の狭い菜園には、栽培期間が短く、連作障害を起こし難く、草丈が低く小型である野菜が適しています。ホウレンソウなどの葉菜類やインゲンマメなどの果菜類、また、トウガラシ、バジルなどのハーブ類を菜園の隅を利用して植えておくと便利です。また、3~5坪(10~17m²)の菜園の場合、菜園を2~3区画に分割して、栽培種類を増やし、トウモロコシなどの大型な野菜を加えて作付けを決めていくとよいでしょう。

このように各菜園に適した作物を選択し、数種類の組み合わせの作付けを行うことにより、年間を通じて一度に数種の作物の収穫が可能です。しかし、家庭菜園のような狭い畑では、土壌を酷使するため肥沃度の低下する傾向にあります。少なくとも年に2回は、堆肥などの有機物を十分施用して地力の回復を図る必要があります。また、家庭菜園のような小規模での栽培では、土壌を深耕する機会が少なく、土壌が単一化する傾向があります。とくに、下層の土壌構造は、孔隙が少なく根の伸長を抑制し、上層土壌では、センチウなどの病害虫の密度が高く作物の生育に悪影響をもたらします。このようなことから、畑の天地返し(畑を深く掘り、土壌を上下に反転させる)を定期的に行うことも重要です。天地返しを行うとき、堆肥などの有機物を一緒に混合施用するとよいでしょう。堆肥の施用量は、堆肥の種類、栽培作物によって多少異なりますが、1m²に対し2~3kg程度の施用が適当と考えられます。

また、この天地返しおよび堆肥施用時期を中心に考え、各作物の窒素要求量に応じた作付け体系を決めることも大切です。天地返し、堆肥施用の直後には、肥料の要求量の高い果菜類や葉菜類を栽培し、その後に肥料要求量の比較的低い根菜類を栽培すると効果的です。栽培期間中の肥料の供給は、ボカシ肥などの比較的高い肥料成分が多く、少量でも効果的に養分の供給が可能な有機質肥料を施用するとよいでしょう。通常、施肥量は、全体の施用量を1とすると元肥として2/3、追肥として1/3の量を施用します。しかし、アルカリ性の強い土壌の場合は、窒素がアンモニアとして気散してしまい、元肥を有効利用できない

ので追肥に重点を置いて施用回数を増やし、こまめに少量施用する工夫が必要です。

つぎに、庭先で作れる堆肥の作り方について説明します。

2-6-4 家庭でのゴミ処理と堆肥化

家庭では、日々様々なゴミがでます。先進国に比べて途上国では、ゴミの排出量は少ないと考えられますがゴミの回収制度の整っていない地域では、ゴミのほとんどは放置されたり、野焼きされていると思われれます。また、ゴミの分別の習慣がない地域が多いわけですが、「混ぜればゴミ、分ければ資源」といわれるようにゴミのリサイクルを効果的に行うためには、まず、ゴミを種類ごと（生もの、紙類、缶、ビンなど）に分別することを習慣とすることが大切です。とくに、野菜くずや残飯、雑草や落ち葉などの堆肥になるものは、家庭菜園用の堆肥製造に積極的に利用して、リサイクルの習慣を定着させることが大切です。

以下、具体的な例について説明します。

(1) 生ゴミを使った堆肥づくり

庭先の小さなスペースを利用して、長方形の穴を掘ります。できれば雨のあまり入らない場所が適当ですが、屋根がなくてもふたをすれば問題はありません。穴は、深さ30～40cm、一辺は40cm程度が適当です。野菜くずや残飯などの堆肥になる生ゴミを入れ、土を2～3cmの厚さになるよう表面に加えます。熱帯地域では、ハエなどの虫が発生しやすいため、土を素早く加え、生ゴミが表面に出ないように完全に覆うことが大切です。土は、害虫の発生を防ぐだけでなく、土壌中の微生物により生ゴミの分解を促進させ、悪臭を抑える働きをします。毎日生ゴミを投入する前に全体を攪拌し腐ったゴミと土を混合することでさらに分解が速まります。熱帯では、有機物の分解は速いため、穴が一杯になってから1～2週間で全体をよく混合し、畑に施用してください。

また、不用になったバケツ、石油缶、古材を利用した板枠でも堆肥づくりは可能です。バケツなどの小さい規模での堆肥づくりは水分調節が重要です。生ゴミと土だけでは、水がたまり扱いにくくなります。そのため、乾燥している資材が必要となりますが、庭先や畑などの雑草を乾燥して利用すると効果的です。気温の高い熱帯では、

刈り取った雑草を日中に軽く広げておくだけで乾燥は可能です。しかし、あまり大きなものは混合時に邪魔になり、分解も遅くなるので5～10cmの長さに切ってから混合するとよいでしょう。これらの不用物を用いた小規模の堆肥づくりでも、土を加えて表面を覆うことで害虫や悪臭を抑えることができ、衛生面においても効果的です。

(2) 落ち葉の利用（腐葉土の作り方）

落ち葉は、堆肥の材料としても利用できますが、腐葉土を作りそのまま畑に施用したり育苗などに用いることも有効です。腐葉土づくりでは、まず、古材などを利用して板枠を作ります。板枠の大きさは、落ち葉の量や堆積できるスペースによって異なりますが、高さは、1m程度必要です。

板枠に落ち葉を10cm、土を1～2cmと交互に敷き詰め堆積していきます。堆積の高さは1m以下にし堆積後、上から踏み固めます。その後、下からわずかにしみ出る程度に水を加えます。1か月程度に一度、切り返しを行い、水分が不足しているようならば水を加え、水分を調節します。温帯では、1年半ほどの堆積で状態のよい腐葉土が完成しますが、堆積期間は、現地の気象条件から判断しなければなりません。ミミズが住み着いてから1か月程度が腐葉土の完成の目安になるといわれています。

2-7 砂漠緑化技術

地球上には色々な環境問題が生じています。たとえば、地球の温暖化、オゾン層の破壊、酸性雨、熱帯林の減少および砂漠化の拡大などです。

1992年6月、リオ・デ・ジャネイロの「環境と開発に関する国連会議」（地球環境サミット）が開催され、21世紀に向けて環境保全と開発を両立させるための各国が取り組むべき行動計画「アジェンダ21」が採択されました。

現在、世界の人口は57億人余り、2050年には約100億人に達するという予測があります。図1に国連人口活動基金による世界の人口増加と将来の推移を示します。アジアの人口増加率は2%以下ですが、中南米は2%、アフリカ大陸はそれ以上の増加率を示しています。世界の農業生産力の向上はたいへん緊急な課題です。

発展途上国では、食料生産のための焼畑移動耕作や燃材確保のため、樹木や森林が伐採され、緑が急激に減少し、同時に酸性雨の発生や砂漠化によって生態系の破壊が進行し、深刻な事態に直面しています。

中でも、砂漠化問題は深刻で、国連環境計画（UNEP）の調査によると世界において、毎年600万haの土地が砂漠化しており、すでに地球上では約35億haが砂漠あるいは半砂漠となっています。その結果、世界の人口の6人に1人に当たる8億5千万人がその影響を受けているといわれています。とくに、砂漠化の危険性の高い半乾燥地は、作物生産や牧畜などで生活している人口が多いことから、早急な保全対策が求められています。

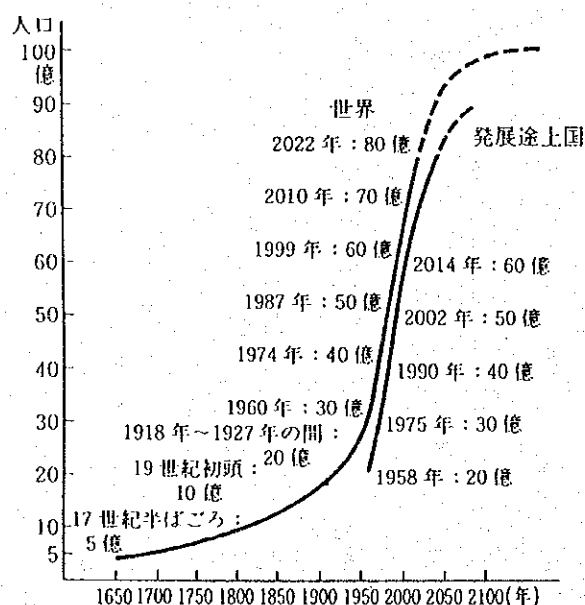


図1 世界人口の増加と将来推計（出典）国連人口活動基金

2-7-1 砂漠化の現状

(1) 砂漠化の進む地球

国連環境計画（UNEP）は地球の砂漠化の現状をおおよそ4種類に分類しています。図2に地球の砂漠化の危険性のある地域を示しました。それによるとパキスタン東部からインド北西部にかけてのタール砂漠周辺、南米チリ北部のアタカマ砂漠一帯、また、アメリカ合衆国のアリゾナ、ニューメキシコ州、ロシアのカスピ海東岸のカザフ地方およびオーストラリア中央部などでも、砂漠化が広がっており、最も深刻な地域はサハラ砂漠以南のいわゆるサヘル地方です。

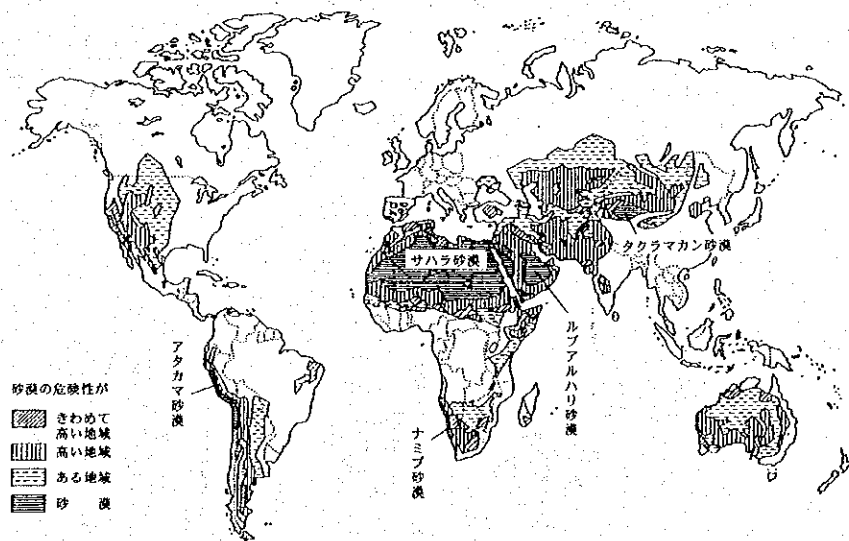


図2 砂漠化する地球（出典）UNEP（1977）

(2) 砂漠化（Desertification）の定義

砂漠と砂漠化という言葉が区別されずに十分に理解されていない場合があります。1977年ケニア・ナイロビで、国連砂漠化会議（UNCOD）が開催され、「砂漠」とは「不十分な降雨、または土壌の乾燥が原因で、植生が稀有あるいは欠如している地域」と定義され、「砂漠化」とは「土地の持つ生物生産力の減退ないし破壊であり、終局的には砂漠のような状態をもたらすものである。」と定義しています。しかし、この砂漠化の定義では曖昧で混乱するため、1990年に「砂漠化・土地荒廃とは乾燥、半乾燥および半湿潤地域における不適当な人間活動に基づく荒廃現象」と定義し直しました。すなわち、この内容は砂漠化は人為的な要素の強いことを示しています。

(3) 極乾燥地、乾燥地、および半乾燥地とは

メイジス (Meigs : 1953) は降水量と蒸発散量の差より、乾燥地を「極乾燥地」、「乾燥地」、「半乾燥地」、「半湿潤地」に分類しています。年降水量が100mm以下は「極乾燥地」の砂漠、100-300mmは「乾燥地」のステップからサバンナ、300-500mmは「半乾燥地」のサバンナと分類しています。ステップやサバンナでは植物が地表を覆っていますが、砂漠では植物はほとんど認められません。

(4) 砂漠化の現状

砂漠化の最も深刻な地域はアフリカ大陸です。国連環境計画 (UNEP) の調査によると、サハラ砂漠の南側では毎年150万haずつ砂漠が広がっています。図3に示すように、サハラ砂漠の南のセネガル、ガンビア、ブルキナファソ、マリ、ニジェール、チャド、スーダン、エチオピアなどの国々では、1970年前後の干ばつにより多くの人々が飢餓に苦しみました。

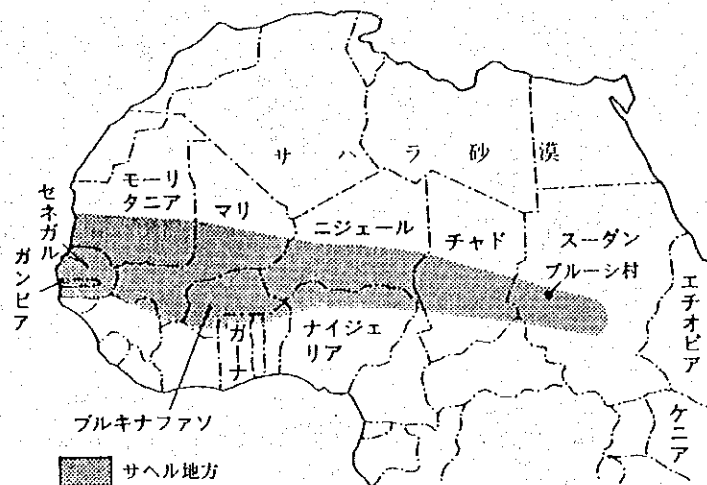


図3 サハラ砂漠の南縁に連なるサヘル地方

2-7-2 砂漠緑化技術

ここでは、東アフリカのジブチ共和国での実践活動で得られた結果をふまえて砂漠緑化技術について述べます。

(1) ジブチ共和国の概要

ジブチ共和国は、エチオピア、エリトリア、ソマリアに囲まれ、紅海とアデン湾の間に位置し、アフリカ大地溝帯内に含まれ、起伏が激しく、北部は火山群山を含む高

原地帯、中部は平原状砂漠となり、東アフリカまで続く大地溝帯はここから始まっています。年間平均降雨量は155mmで乾燥地に属し、5月～9月の平均気温は38℃、10月～4月の平均気温は25℃です。面積は約23,000kmです。

(2) ジブチの気象について

乾燥地の緑化にとって重要なことは、植物生育に必要な水の確保です。この用水を確保するためには、その地域に降る少量の雨を有効に利用することが重要です。このためには、降雨特性を把握する必要があります。

ジブチセルベントは、ジブチの中央気象台であり、首都のジブチ市内の海岸線に面した標高3mの地点にあります。アルタは、ジブチ市西方およそ40kmの標高700mの地点に位置しています。

(3) ジブチの降雨特性

1) 年降雨量

ジブチ各地の年降雨量を図4、5比較のために東京の年降雨量を図6に示しました。さらに、最大年降雨量、最小年降雨量、平均年降雨量、変動率は表1に示すとおりです。平均年降雨量は東京に比べ、ジブチセルベントで1/10、アルタで1/6と少ないです。また、東京に比べ、年降雨量の変動がジブチセルベントで4.5倍、アルタで3倍と非常に大きいことがその特徴です。これは熱帯乾燥地特有の降雨特性なのです。

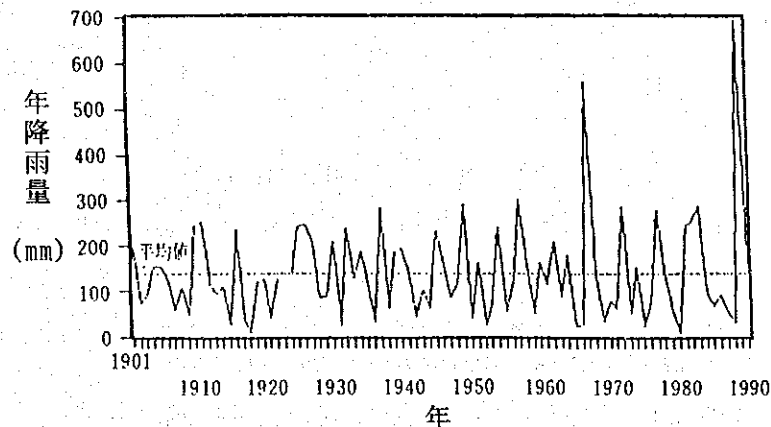


図4 ジブチセルベントの年降雨量変化 (1901～1990)

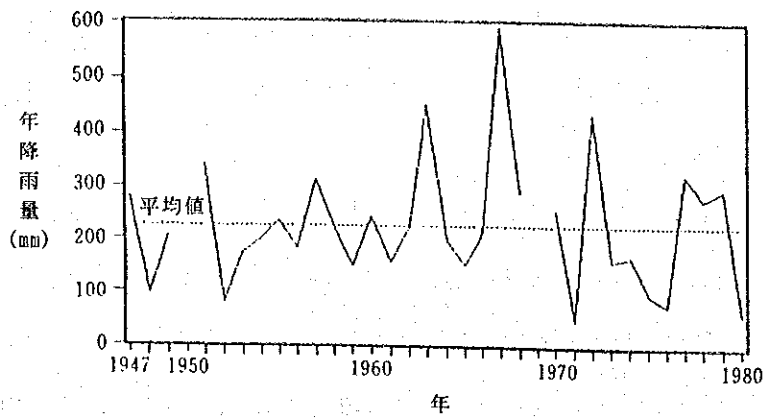


図5 アルタの年降雨量変化 (1947～1980)

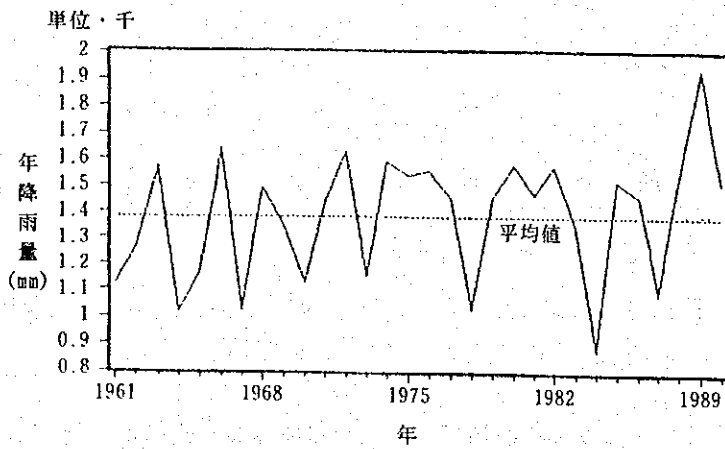


図6 東京の年降雨量変化 (1961～1990)

表1 各地点の年降雨量特性

	最大年 降雨量 (mm)	最小年 降雨量 (mm)	年降雨量の 最大最小の 差 (mm)	平均年 降雨量 (mm)	変動率 (%)
Serpent (1900～1991)	692.9	9.5	683.4	138.3	78.0
Alta (1947～1980)	591.1	47.2	543.9	223.3	52.8
東京 (1961～1990)	1937.5	879.5	1058.0	1405.3	17.4

2-7-3 ジブチにおける砂漠の緑化

(1) ストーンマルチ工法

ジブチには、岩石砂漠地域、ワジ地域（雨が降ると川のようになり地下に水が流れている所）、および内陸平野部の土砂漠（土質が粘土を主成分とする）地域が存在します。

これらの地域での砂漠緑化はその方法が違ってきます。

たとえば、岩石砂漠地域では「ストーンマルチ工法」が主体で、1. コーティング種子播種工法、2. 植生基材吹付工法、3. 植生シート工法、4. 植生袋工法などの播種工法と併用されます。

また、ワジ地域においては、

- ①地表流下水の地中への貯留を促すための適正な拡水法
- ②土壌の保水能向上のための緑化基礎工
- ③導入樹種の選定と繁殖方法
- ④植栽工、播種工
- ⑤植生導入のための立地区分等の検討

等が考えられています。

さらに、土砂漠地域では、

- ①地中深くへの根系の伸長を促すための緑化基礎工法、夏期の乾燥に対する保水能改善のための緑化基礎工法
- ②塩類集積の回避
- ③森林と農地の共存を目的とした群落形態・営農形態などの検討

等が必要となります。

これらの中で自然の生態系との調和を考慮した「ストーンマルチ工法」について述べます。「ストーンマルチ工法」は天水のみ、または少量灌水によって、植物の生育を期待する緑化基礎工法の一つです。岩石砂漠地帯では3～5kgの石を1m²当たり20～30個地表面に敷き詰め、石と石の間で植物を生育させる工法です。

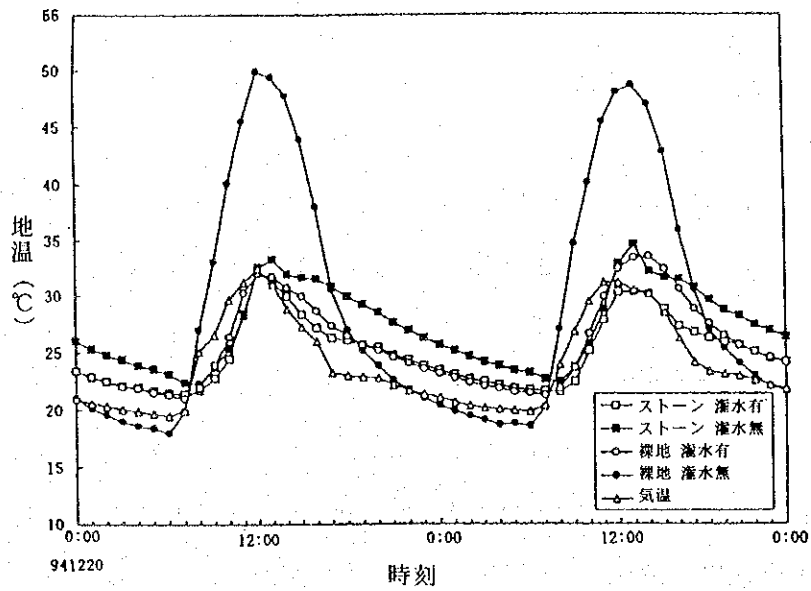


図7 ストーンマルチ工法における灌水の有無と地温の変化（地表面）

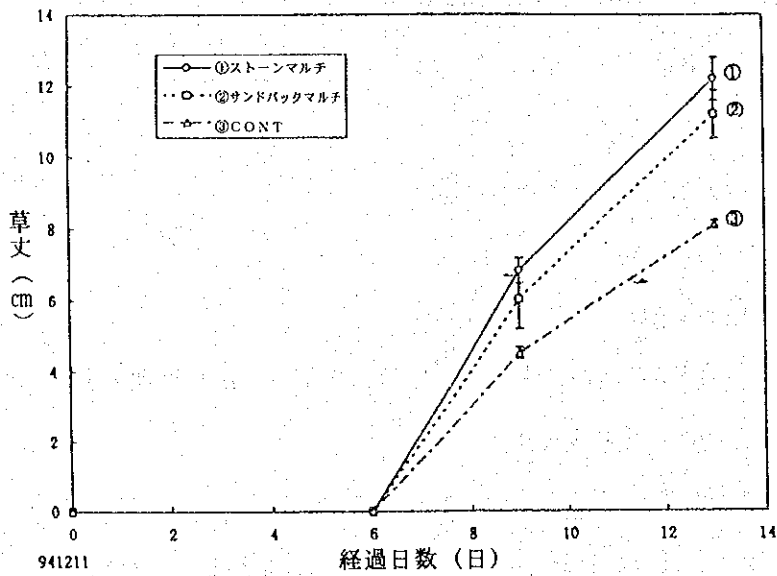


図8 各種マルチ区におけるニガウリの生育

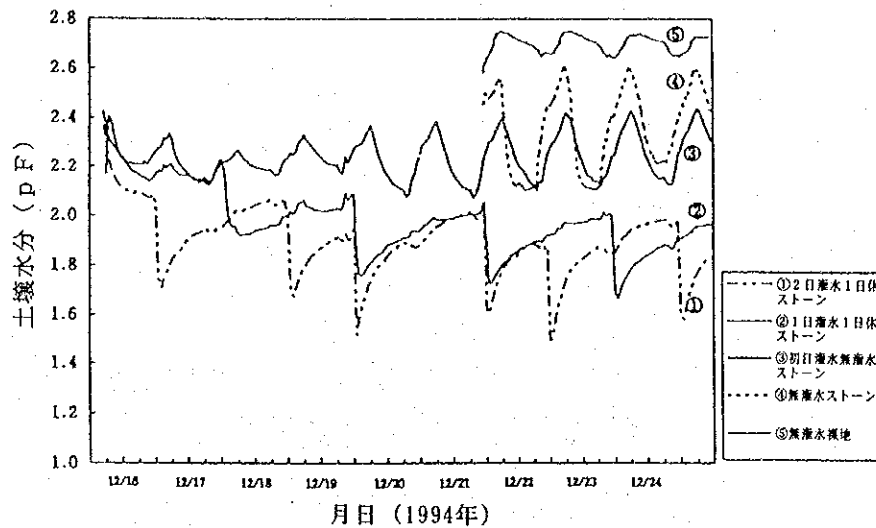


図9 ストーンマルチ工法における灌水方法の違いとpF値の変化

ジブチのドゥダにおいて測定したストーンマルチ工法によって地温の変化を図7に示しました。日変化が最も大きいのは裸地表面であり、ストーンマルチにより地温の上昇が抑えられています。つぎにこのような環境下でニガウリを生育させた結果は、図8のとおりです。ストーンマルチ区の生育は対照区に比べて、播種後13日目においては、1.5倍に達していました。

ストーンマルチ工法における灌水方法の違いとpF値の変化を図9に示しました。処理後2日間続けて灌水すると、その後灌水が隔日でもpF値は1.5～2.0に維持することができました。

ストーンマルチ工法の効果としては、①土壌からの水分蒸発の抑制、②地温上昇の抑制、③土壌表面浸食の防止、④結露による空中からの水分供給、⑤稚苗の保護、⑥動物による食害軽減や植生復元力の保持等などがあげられます。

(2) ダブルサック工法

つぎに、ジブチで開発された東京農業大学方式による砂漠緑化技術（ダブルサック方式）について説明します。

(a) 原理

ダブルサック方式による砂漠緑化技術の原理は図10のとおりです。

- ①種あるいは苗が発育しやすい水分環境をつくります。
- ②灌漑などにより安易に植物が水を得られる状態にして、結果として根を表層に張

らせるのではなく、植物根が土壤水分を探し、植物自身で水を得るように根を地下部に伸ばす環境を作ります。

③植物が生育する範囲の土壤を断絶させ、できるだけ最適温度に近づけるよう、生育環境を改善します。

④植物が生育する範囲の土壤の乾燥を防止し、湿潤状態を保持させます。

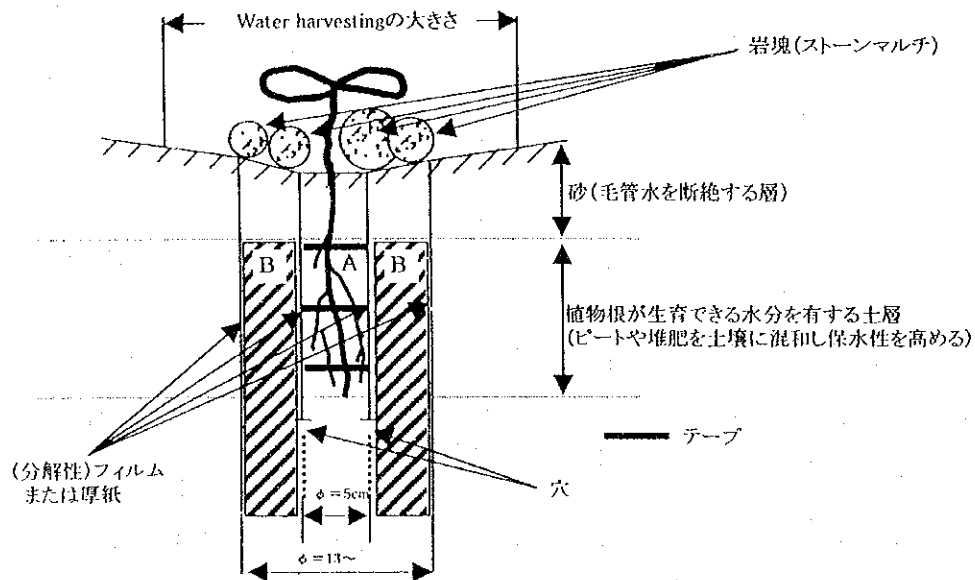


図10

(b) 材料および機材

1) 材料

- ①外サック 厚紙もしくは風化するフィルム (φ=13cm)
- ②内サック 風化するフィルム (φ=5cm)
- ③保水剤 ピートモス・堆肥など
- ④岩塊 (φ=10~20cm)
- ⑤種子・苗
- ⑥ガムテープ

2) 機材

- ①ドリル ②吸引機 ③発電機 ④散水用タンク ⑤内サック
- 吸水用タンク ⑥塩ビ管 (内サックが入る径、長さ約2m)

(c) 緑化手順

1) 準備

- ① 保水剤（ピート等）と現地土壌とを用い、容積比でおよそ1：1の混合土壌（A土壌）を作ります。
- ② ①と同様に容積比で0.5～0.3：1の混合土壌(B土壌)を作ります。
- ③ 内サックに①のA土壌を詰め、10cm置きにガムテープで節を作ります。
- ④ ③の内サック下部10cmに写真1のように水および根の出入りのできる穴をあけます。
- ⑤ ④の内サックを内サック吸水用タンクにつけ、サック内のA土壌が飽和するように1～2日放置します。

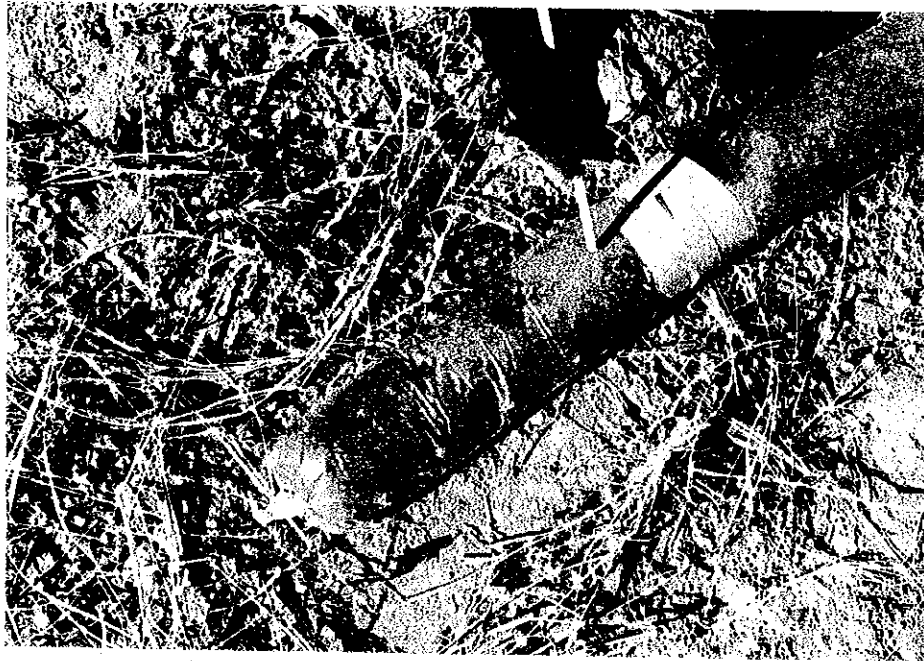


写真1 内サックに穴をあけた状態

2) 現場作業

- ① 1) で準備した内サックを、吸水用タンクから取り出し現場に持参します。
- ② $\phi = 13\text{cm}$ の9ドリルをつけたアースドリルで生育できるだけの水が得られる深さまで穴を掘ります。
- ③ あけた穴の土壌を排除するために②であけた穴から吸引機を用いて土壌を吸引します。

- ④外サックを③の穴に入れます。
- ⑤外サックの中央に内サック径相当の塩ビ管を立て、あらかじめ調整しておいたB土壌を外サック内に詰めます。
- ⑥⑤の塩ビ管内に①によりあらかじめ準備しておいた内サックを入れた後、塩ビ管を引き抜きます。
- ⑦外サックに水を注ぎ、外サック内を十分に湿らす。
- ⑧地表面を写真2のように内サックを中心としてウォーターハーベスティングのエリアを円すい状にけずり外サックの上部を土壌中におりこみます。
- ⑨緑化しようとする植物の種を内サック内深さ5～8cmのところへ2～3粒まくかあるいはあらかじめ準備しておいた苗を移植します。
- ⑩内サック内が日かげになるようにφ200～150cm岩塊を地表面に置きます。

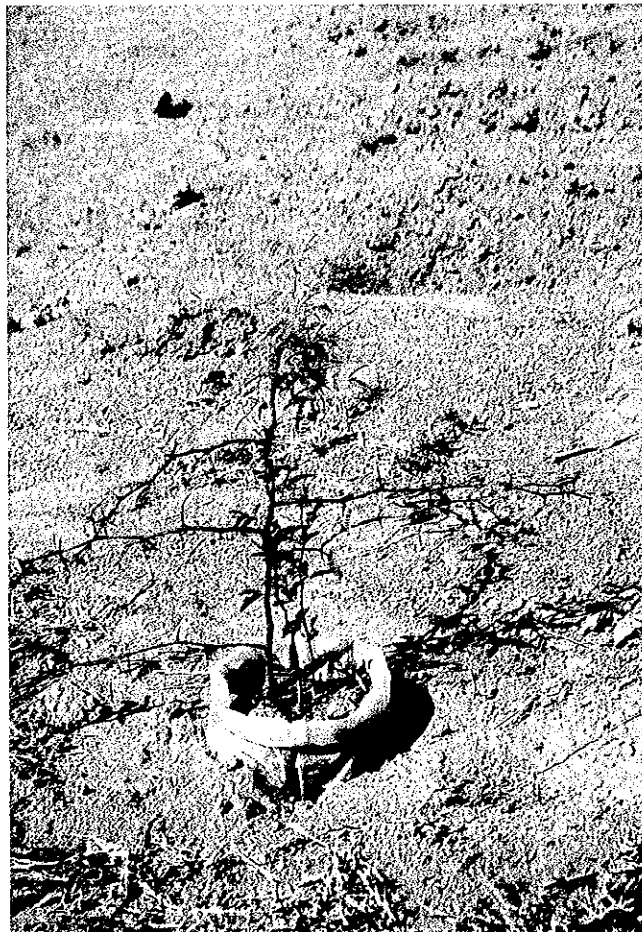


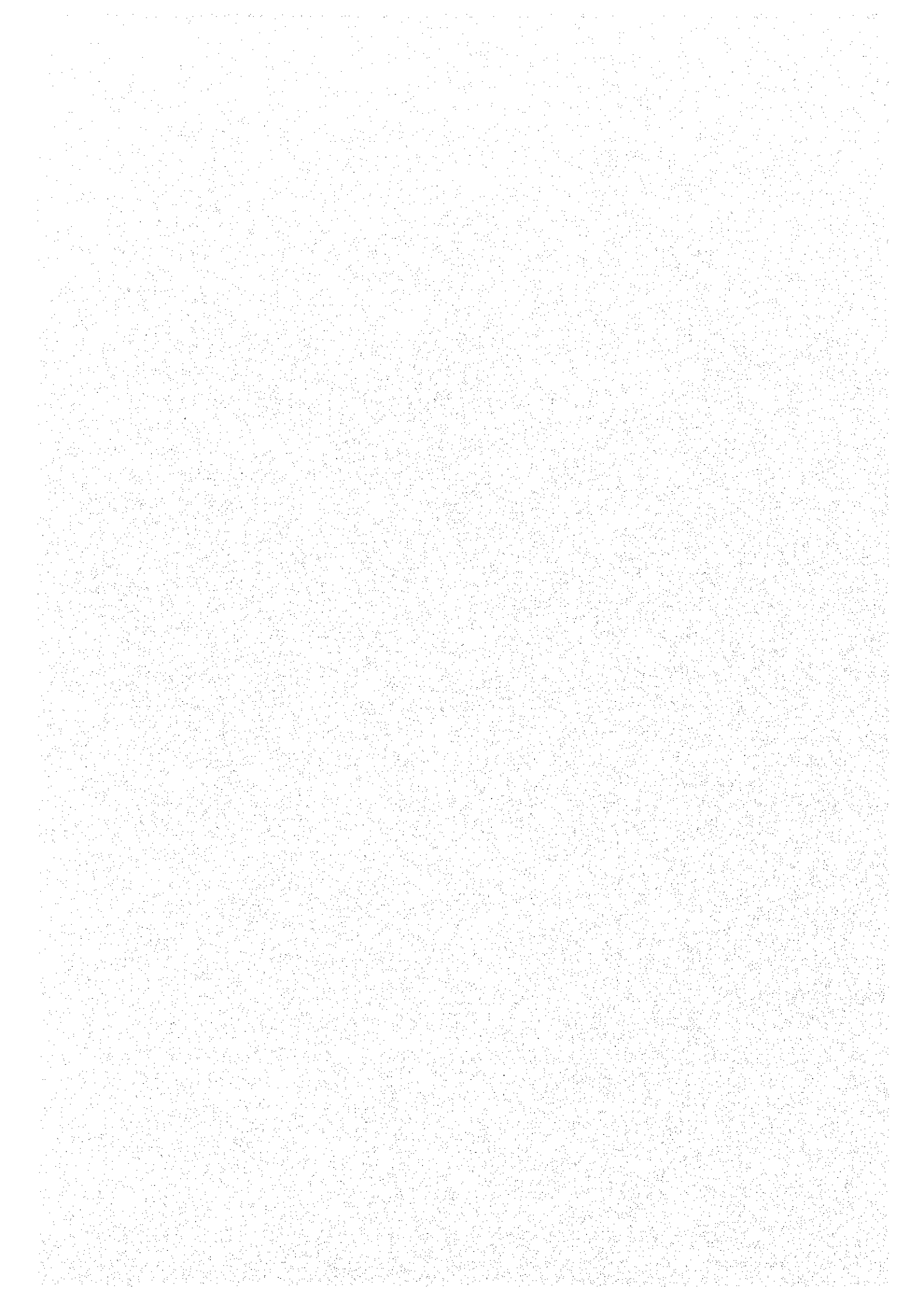
写真2 農大方式による生育状況

地球上に砂漠ができたのは、約1万年前ぐらいからといわれています。アラブも北アフリカも、かつては緑あふれる大地でした。以前は、文明の開化に伴う森林の伐採や牧畜の過放牧のため砂漠化してしまったのです。また、メソポタミアのように、灌漑農業による塩類集積による塩害と、レンガを焼くための森林伐採によって滅びた文明もあります。

砂漠化の防止に対する技術の開発はもちろん大切ですが、人口問題、代替エネルギーの問題も併せて取組まなければなりません。美しく、緑の多い地球を持続していくことは、私たち地球人に課せられた使命なのです。

第3章 現地の有用技術

3 - 1 アジア、大洋州編



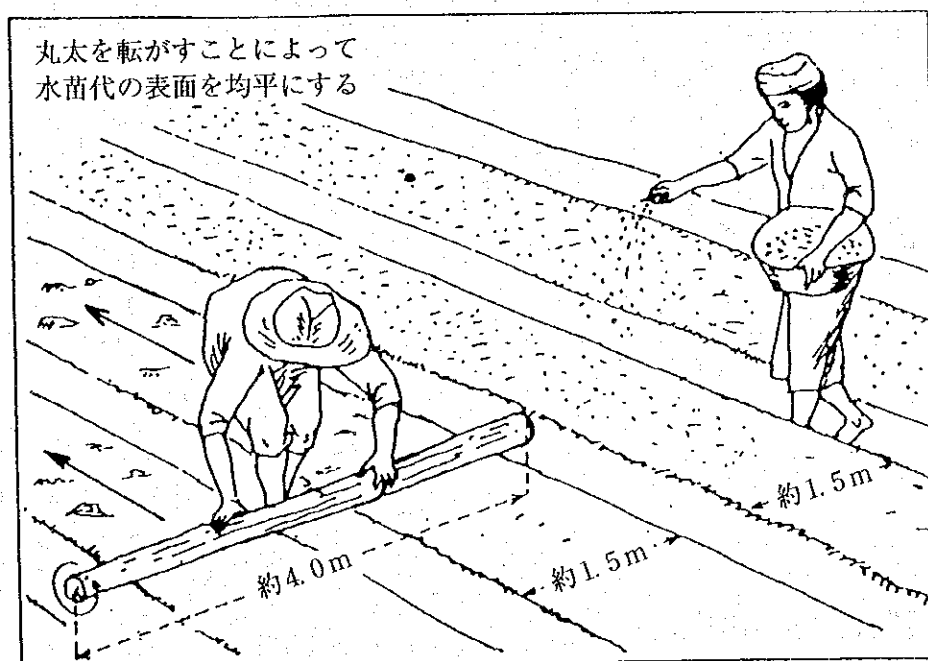
水稲の水苗代の表面を平らにする方法

JICA 専門家 フィリピン 山中尚男・丸杉考之助

地域背景：フィリピンカガヤン地区は、カガヤン川の沖積地です。土壌は粘質であり、砕土・代掻きは周到に行なう必要があります。しかし、苗床の均平には、無関心な農家が多く、苗代の表面の凹凸により、苗の斉一な生育は望めません。

内容および方法：直径約15cm、長さ4m（苗代の幅よりも約20cm長い）の丸太棒を用い、播種の直前に苗代の上を転がします。

注意点：苗代造りの前作業である砕土を十分に行う必要があります。また、用水は早めに手配して、苗代が均平で播種に適した硬さになるよう注意します。丸太に柄をつけると作業が楽になります。



水田均平法 (現地名称 ポールワ)

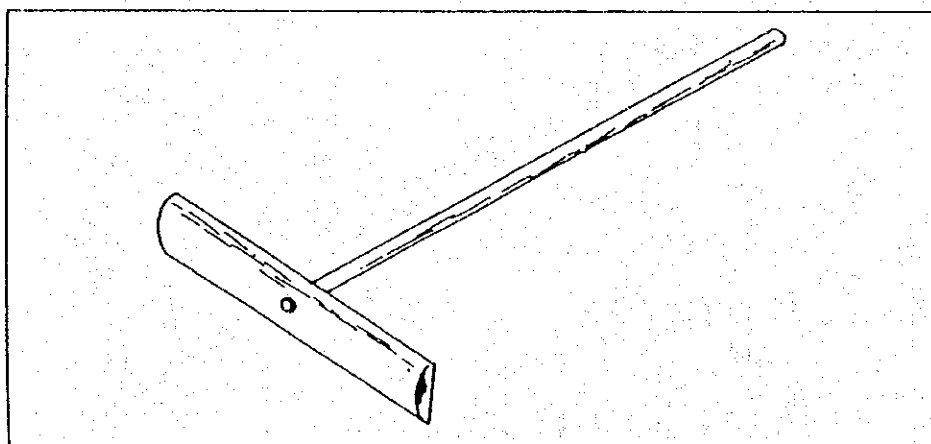
JICA 専門家 スリ・ランカ 小野 浩

地域背景：スリ・ランカのウェットゾーンでは、水稲栽培は直播が主流であり（コロンボ地区では9割が直播）直播後の生育を揃えるためには、田面を均平にすることが重要です。

内容および方法：代かき後の地表の凹凸をとんぼ（大きな竹とんぼ型の道具）を用いて均一にします。とくに、四隅などの細かい部分に用いると便利です。また、排水溝を作る際にできる余分な泥を平らに仕上げるときにも用います。

効果および特長：比較的楽な作業で子供にもでき、水苗代の短冊作りにも重宝しています。

注意点：慣れないとかえってでこぼこになってしまいます。土壌がかなり軟らかく、耕起が斉一で代掻きも十分に行なわれていることが必要です。



いかだ苗代 (現地名称 Semai Rakit)

JICA 専門家 マレーシア 島田輝男

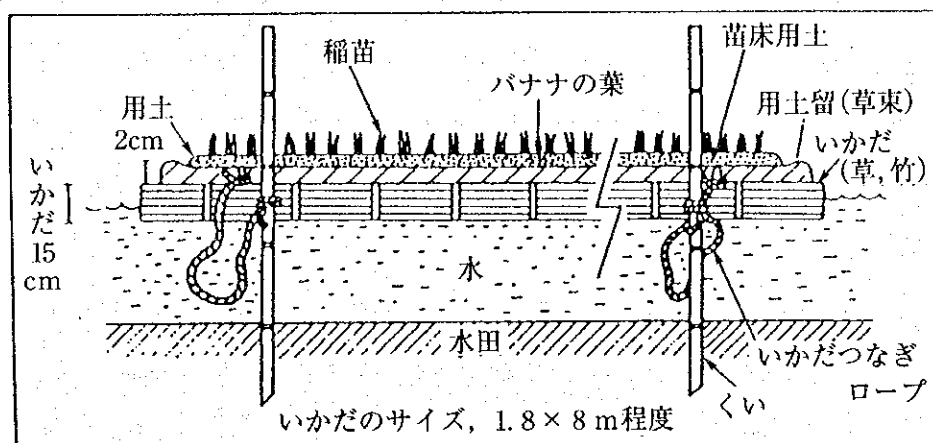
地域背景：マレーシア半島西海岸地方では、標高が低く排水が悪いので、深水状態の水田が多くみられます。そのために、苗の冠水を防ぐ工夫がされてきました。

内容および方法：竹または刈り草を約15cmの厚さに敷いて浮き床（いかだ）を作ります。その上にバナナの葉を広げ、用土を2～3cmの厚さにおき、催芽種籾を厚播きします。バナナの葉・刈り草・わらなどで覆い、浮き床の四隅を杭につないでおきます。苗床面積

は本田1 ha当たり約20 m²で、2週間後に仮植します。

効果および特長：深水地帯で幼苗期の苗を冠水から守ります。いかだ苗代の床は必要に応じて再利用できます。

注意点：いかだが流されたり、用土が落ちたりしないように気をつけます。また、この苗代は仮植育苗法と結びついています。



セミダポッグ苗代における苗取り法 (現地名称 ラップ・ラップ法)

JOCV隊員 フィリピン 久保英二

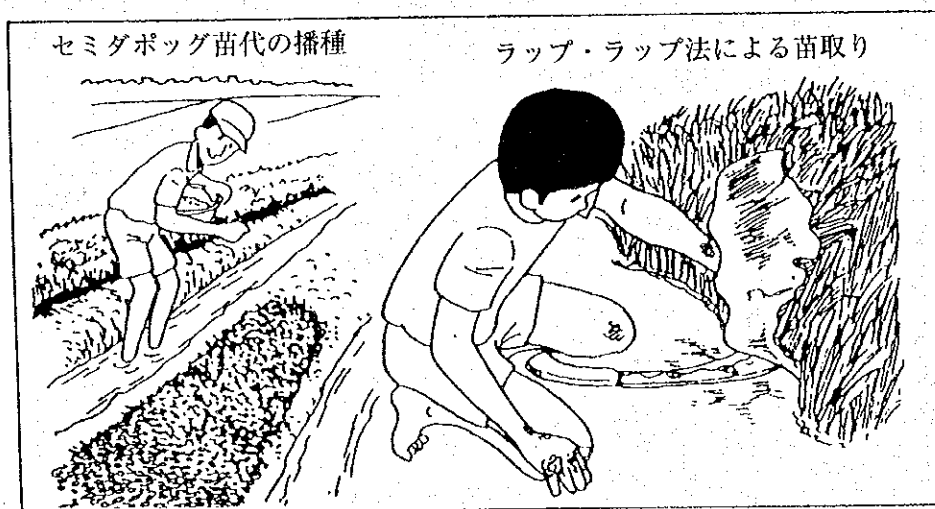
内容および方法：ダポッグ苗代とは、バナナの葉・ナイロンシートを敷きつめるか、コンクリート上によく練った土を薄く塗って、種籾を1～2 kg/m²の割合で播く方法です。1 ha分の苗代面積は40～50 m²で、12～14日苗を使用します。14日をすぎると、徒長苗になります。根がびっしりと張っているため、ロール状に巻いて運搬でき、根が痛まないため苗立ちが早いのですが、小面積で水の調節がよくできるところでなければなりません。深水や泥状のところでは浮き稲となってしまいます。もちろん、苗代は均平でなければなりません。

セミダポッグ苗代は、普通の水苗代とダポッグ苗代とを折衷したもので、水田を利用して1～2 kg/m²の割合で播種します。この苗代では14～20日苗が良いのですが、土壌に播いているので1週間ほどは融通が効きます。苗は、ボロ (ばん刀) またはスコップ・包丁などを使って、土壌表面を約1インチ下のところを少し根を切りながら、マット状にはがします。

ダボッグ・セミダボッグともに幅は1mが最良です。竹かバナナの茎を1枚ずつはだものを4～5cm幅に割って、苗代に囲いを作って種を播き、雨などによる散乱を防ぐとよい。また、どちらも厚播きであるため、徒長苗になりがちなのが最大の欠点です。

効果および特長：手取り法に比べて、はるかに早く苗取りができます。現地の慣行手取り法では、土を落とすために木で苗の根元をたたいたり、足に打ちつけるので、根が取れたり茎が折れたりした不良苗が多いのですが、ラップ・ラップ法ではその心配が少なくなります。また、ひもで束ねる必要がなく、そのまま遠くへ投げても散らばりません。

注意点：あまり薄くはがすと根を痛めるので、活着に影響します。逆にあまり厚くすると土の量が多くなり、運搬の問題がおきるため、約1インチが最良です。苗代は水を落とした状態にして苗取りをするとスムーズにできます。田植前日の夕方か、その日の朝早く苗取りをして、すぐに手ごろの苗量にして本田へ分配してください。日中に苗取りをしたり、取り置き苗をそのままにしておくと、乾燥による苗の傷みが早くなります。



種籾の保存法

JOCV隊員 バングラデシュ 藤井勇

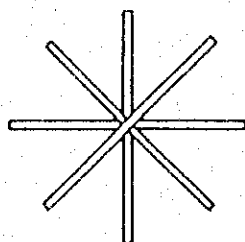
内容および方法：種籾をよく乾燥した稲わらでくるんで貯蔵します。アマン稲（8～12月）の収穫後など、わらが十分乾燥していることが条件です。ボロ稲（12～4月）やアウス稲（4～8月）など収穫期が雨期である場合は、そのわらは用いないか、完全に乾燥させてから用いるようにします。

効果および特長：虫害・ネズミの害がかなり予防でき、種子がよく乾燥した状態で保たれ

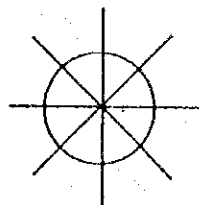
ます。

注意点：わらを完全に乾燥させて下さい。また、出来上がったものをひもで屋内につるすことで、ネズミの害を防ぐことができます。

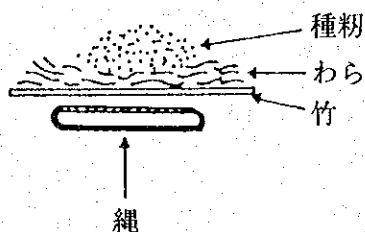
- ① 2～2.5mの長さの竹を細くしてしなうようにけずり、図のようにおく



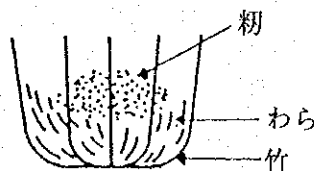
- ② その下に直径60～80cmの縄の輪を中央におく



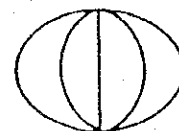
- ③ この上に10cmほどの厚さにわらを散らして踏みながら積む（踏んで10cm）。さらにその上に種糞を30～40kg積む。



- ④ 縄の輪をずらしながら上にあげ、竹を曲げる。



- ⑤ 最後に竹を上で結束する。中央に糞が残り、みかんのような形になる。



角材けん引による均平・碎土・代掻き作業（現地用具名 Chonki）

JICA 専門家 インド 島田輝男

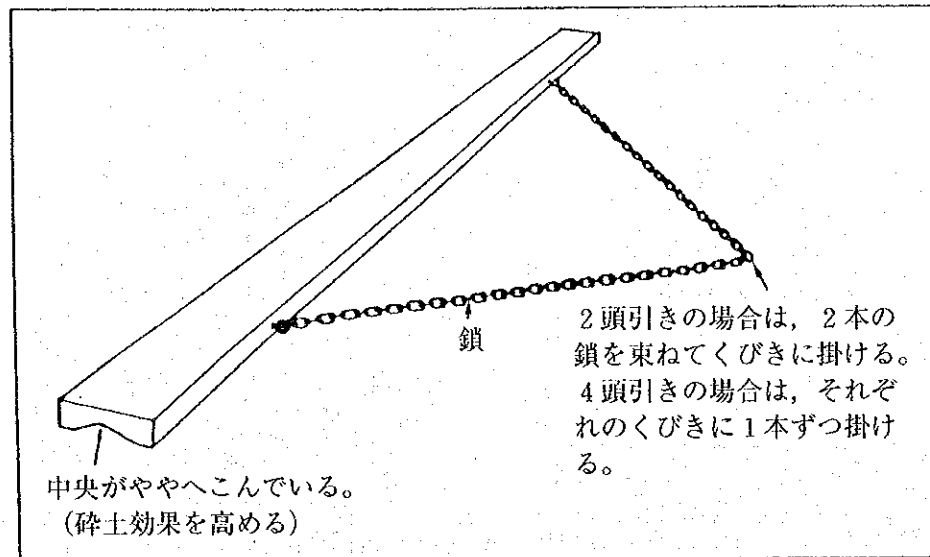
地域背景：2頭引き役牛利用が発達していること、土壌が粘質で乾燥が進むと極めて硬くなること、インド式すきでは碎土が期待できないこと、などの条件下で有用かと思われます。

内容および方法：幅15～20cm・厚さ5～6cm・長さ2～4mの角材を鎖で役牛の肩に掛けるくびきに結び、2頭または4頭で引きます。必要に応じて4～5人の御者がその角材の上に乗る、手を牛の腰におき竹棒で牛を追い、均平・碎土・代掻きを行ないます。トラクターでのけん引も可能です。

効果および特長：簡単な農具ですが、多目的に利用できます。トラクターのロータリー刃

を受けつけない硬い土でも砕土できます。

注意点：作業の種類・土の硬さ・使用役牛のけん引力などから、角材の長さ・重さ・御者の人数を調整してください。



水稲並木植え用すじ付け器 (現地名称 マーカー、アナ・ダト・ポールワ)

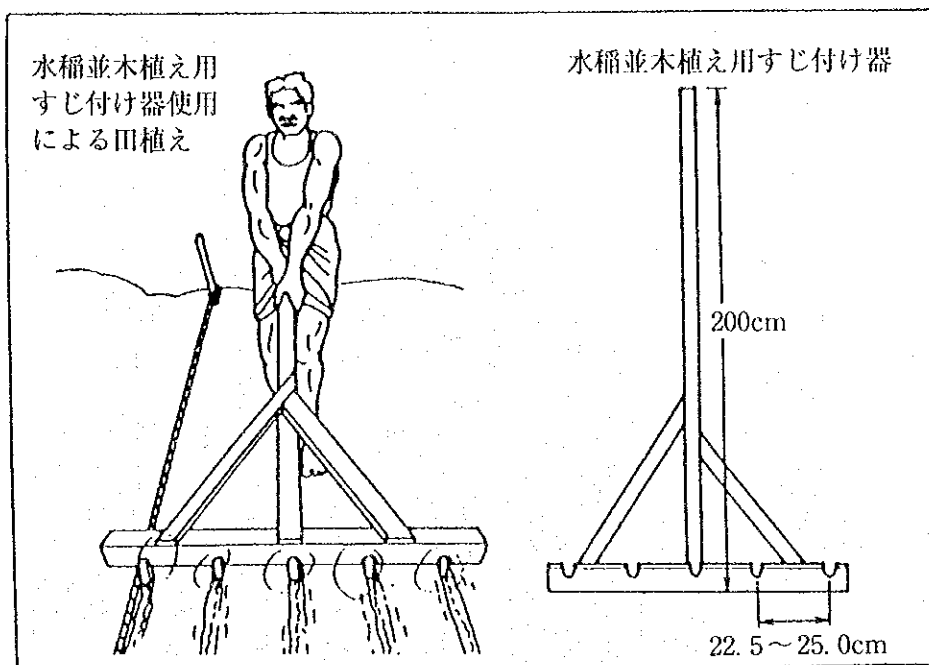
JICA 専門家 スリ・ランカ 佐藤孝夫

地域背景：スリ・ランカでは、田植えの普及率は25%前後で、うち90%は慣行法の乱雑植えです。田植えが散播に比べはるかに増収につながることは認識されていますが、田植え賃金が高くなってしまいうのが田植えの伸びない1原因となっています。また、田植えの中でも並木植えが優れていることもわかっていますが、田植縄使用の並木植えは乱雑植えに比べ労力が30%も多くかかるため、あまり普及していません。

内容および方法：図のような筋付け器であらかじめ筋をつけます。最初のマークは規正縄を張り、これに沿って行います。この道具は手作りでき、日本でも田植機が普及する前まで使われていました。

効果および特長：左右の人に制約されなくて、各自のペースで田植えして行けるので、田植縄使用より20%以上の労力が節約でき、増収率の高い並木植えの普及に貢献します。

注意点：作業前に排水し、すじ付けを行って下さい。面倒でも田植えの能率が上がるので、乱雑植えをしているところには利用を進める価値があります。



田植え棒を使った深水田での田植法 (現地用具名 Kuku Kambing)

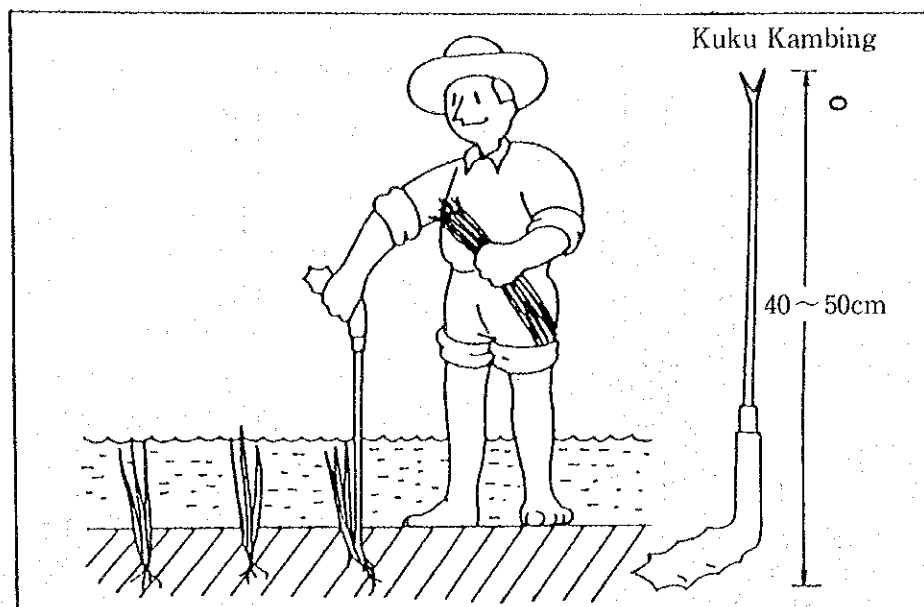
JICA 専門家 マレーシア 島田輝男

地域背景：水田が深水で普通の手植えでは作業がしにくいところや、耕土が軟らかく深水であるため、浅植えにすると浮き稲になりやすいところで、この方法は用いられます。

内容および方法：二またのついた田植え棒で苗の根元を挟んで、耕土に10cm前後押し込みます。

効果および特長：深水田で腕を水深く浸けることなく、苗を耕土に定着させることができ、浮き稲になりません。当然深植え、2段根となりますが、在来晩生種ではあまり収穫に影響しません。

注意点：育成期間の短い品種には使用しないで下さい。また、田植え棒を足に刺さぬよう、気をつけて下さい。



水稲芽出し直播栽培の本田排水溝の作り方

JICA 専門家 タイ 高島良哉

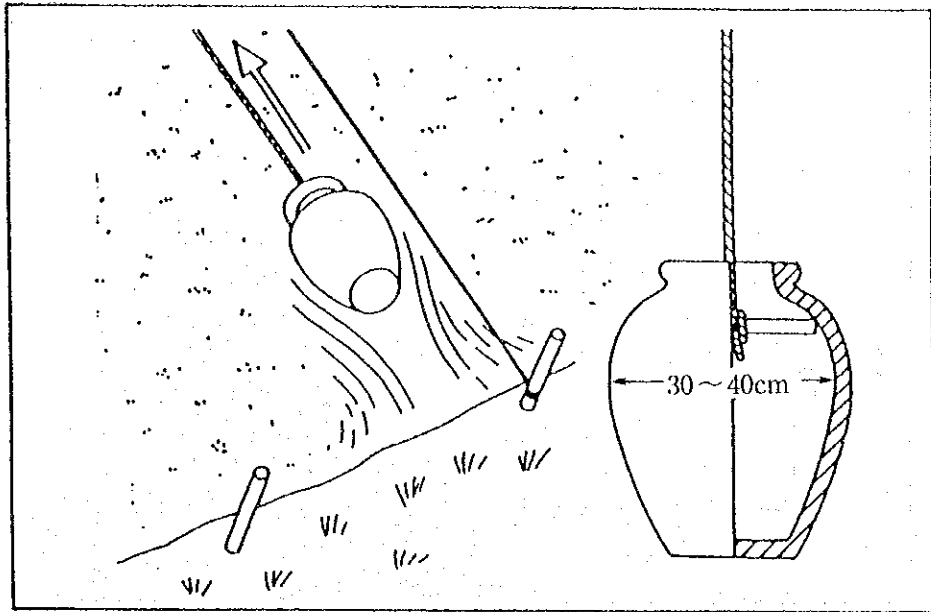
地域背景：タイ中央平原は重粘地帯であり、水を吸った土壌の取り扱いが極めて困難です。均平のために努力をしても、各所に湛水部分ができ発芽不良を生じやすく、そのために縦横に排水溝を設けています。

内容および方法：芽出し直播栽培に際して、代掻き後、田面に湛水している水および播種後の雨水などの排水が必要です。図のようなつぼを引くことで、両側に盛土部分のない、きれいな排水溝ができます。

相対する両側にあらかじめ印をつけておき、それを目標に対面からつぼを引きます。この溝は播種時の播き幅の目安、および生育初期の管理用通路にもなります。

効果および特長：直播栽培の成功のかぎは、初期田面排水です。つぼを引くだけで排水良好となり、均一な発芽が得られます。

注意点：土がやや硬い場合はつぼの中に重りを入れるなど工夫する必要があります。この技術がうまく利用できる土壌や水の条件などについては検討の必要があります。



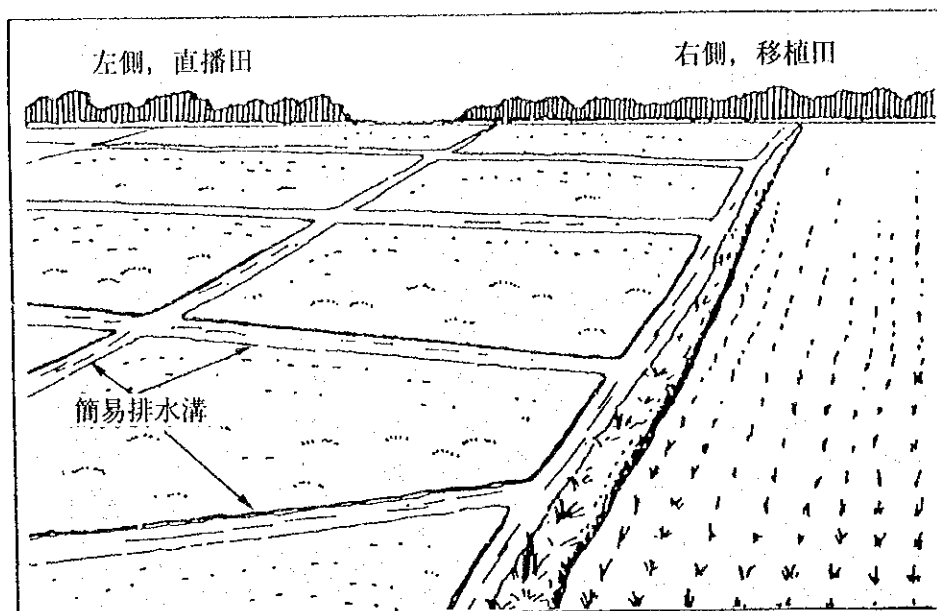
直播直前・直後の水田内で簡易排水溝をつくる方法

JICA専門家 タイ 山崎勇

地域背景：移植時の労力を節減するために直播方法（modern germinated seed direct method）の普及が進んでいます。しかし、代掻き段階で多収量品種の直播方法に望ましい均平精度を、短期間に、しかも全面に得るには困難が多く、現実的な解決方法として、多くの農民がこの方法を採用しています。

内容および方法：均平精度が十分でない水田に直播きすると、湛水部分で種子の発芽・初期生育に著しく支障をきたすので、つぼ（高さ40～50cm・最大部径25～30cm）を利用して簡易な溝を掘り、たまり水を導き、排水します。つぼに土をいれ適当な重さをもたせ、口部に結わえたロープ（3～4m）をけん引することで、簡単に幅や深さが一定な排水溝を設けることができます。また、水苗代での区画づくりにも利用できます。

注意点：利用地域の土壌は粘土質であり、表面があまり硬くならないうちに実施しています。



高温下における湛水直播水稻の発芽・苗立ちの改善

JICA専門家 フィリピン 西山岩男・吉田昌一

内容および方法：種子にカルパー（過酸化カルシウム）をコーティングします。カルパーもコーティング用の機械も市販されています。種子を重くして土中により深く沈めるためには、カルパー・コーティングの上から、同じ機械でさらに泥をコーティングするとよいです。

効果および特長：高温下における湛水直播では、苗が水面上にでる以前に窒息して死ぬことが多いので、カルパーで酸素を供給し、窒息を防ぎます。また種子の重量が増加するため、土中にしっかりと入り、浮き苗や倒伏の防止にも効果があります。

注意点：カルパーおよびコーティング用の機械の使用法は簡単ですが、途上国では収量および米の価格が低いので、コストが問題になるかもしれません。

鳥獣害を防ぐ方法（現地名称 Pengusir Burung / Hamapadi）

JICA専門家 インドネシア 中島昭

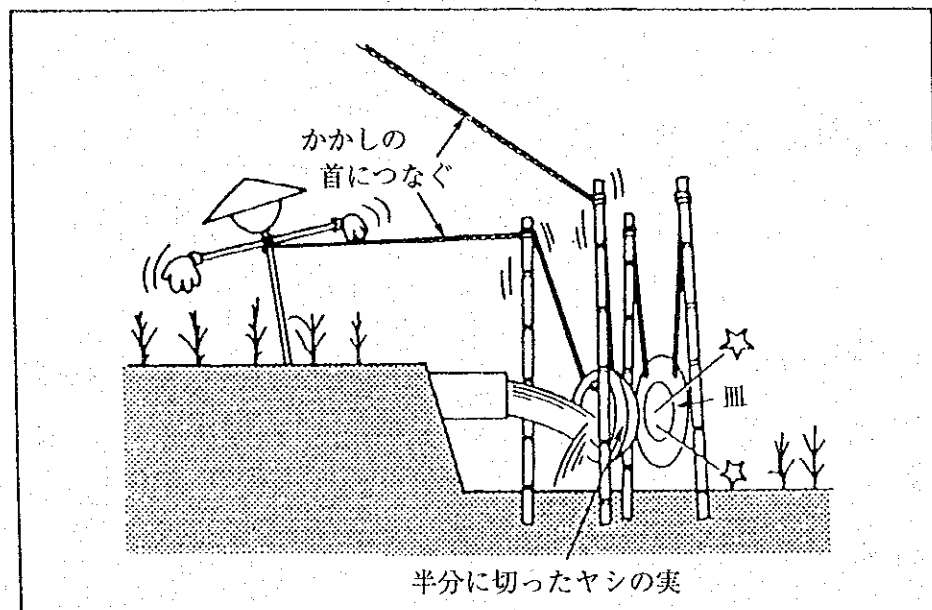
地域背景：年中温度が高く、山手で水が潤沢なため作期が一定しておらず、時期はずれの

イネが集中的に鳥獣の被害をうけるおそれがあります。

内容および方法：半分に切ったヤシの実が水の力で皿にぶつかり音をたて、かかしを引っ張り、鳥やネズミの害を防ごうとするもので、農民の知恵から生まれた道具です。材料は竹筒・ヤシの実半分・割竹・ひも・かかしなどです。

効果および特長：皿がなり、かかしが動くため、近くに人がいるような感じを鳥獣に与え寄りつかせません。また、夜間でも効果が期待できます。

注意点：水の落差が必要です。水勢と水量によってヤシの実の大きさ、これを支える割竹の太さと長さ、かかしの支柱の大きさなどを加減し、支柱が水の力で動かないように固定してください。



アゾーラの水田緑肥としての利用

JICA 専門家 フィリピン 堀端俊造

内容および方法：アゾーラ (azolla) は水生シダで窒素固定能を持つらん藻と共生し、無窒素環境下でよく生育します。アゾーラは3～5日で倍増し、圃場全体を覆うと20～40kg/haの窒素が得られます。窒素含有量は新鮮物で0.1～0.3%、乾物で3～5%です。すき込む時期は、あらかじめ材料がある場合は田植え前、田植え後の水田に接種した場合は、おおよそ田植え後45日ころがよいです。

効果および特長：アゾーラ新鮮物 20 t / ha のすき込みは、硫酸もしくは尿素の 30kg N / ha 相当の施肥効果があります。この技術は、水稲の無肥料栽培地帯で最も有効です。

アゾーラは水面を速やかに覆うので水生雑草の生育抑制効果があり、家畜・魚の飼料としても優秀な資源です。アゾーラはいくつかの種類がありますが、*Azolla pinnata* が栽培しやすい種類です。水の豊富などころでは、田植え前にアゾーラを接種し、圃場全面を覆ったころ（15～25日）にすき込み、その後で田植えするとよいでしょう。

注意点：アゾーラは高温（平均気温 30℃以上）での生育は劣ります。生育にはリン酸が必要（約 30kg / ha）であり、分施がよいです。接種量は新鮮重で 2～5 t / ha ぐらいがよく、できるだけ分散してください。水深は 3～5 cm が適当です。また、乾燥に弱いので気をつけてください。主要な害虫として、鱗翅類の幼虫が、新芽を食害します。

稲作害鳥排除（現地名称 Layang-Layang / Bajau 語）

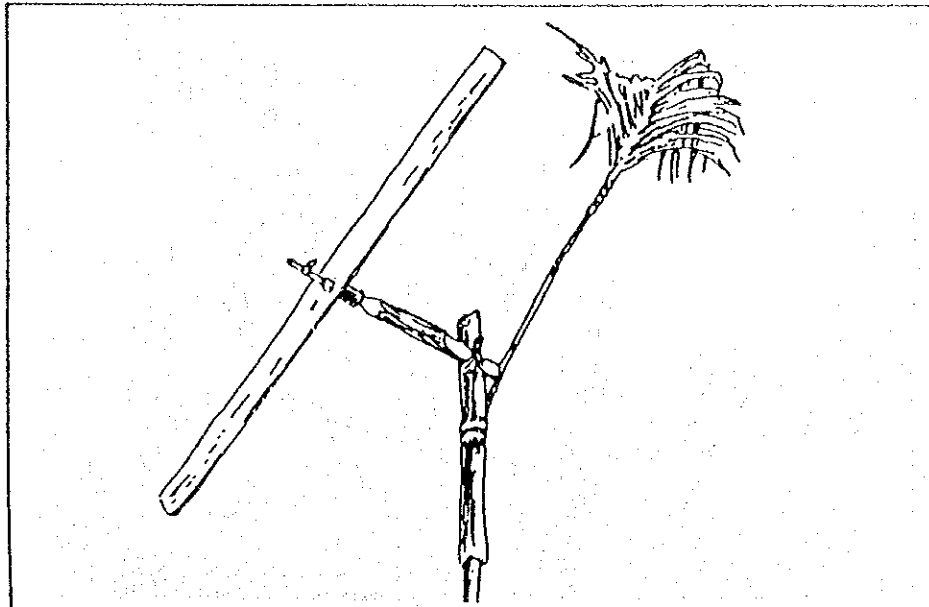
JOCV 隊員 マレイシア 日高俊明

地域背景：昔日本にあった鳴子（なるこ）の一種で、稲穂の出始める時期から収穫期に活躍し、収穫後は使い捨てがほとんどです。音で鳥を追う効果は、鳥が次第に慣れてくるため万全とはいえませんが、現地の材料で簡単に作れるだけに、その利用価値は高く、普及性が十分にあると思われます。

内容および方法：名称上は風車という意味があり、風に乗る、羽根（fan）が回転し、音をたてます。材料は竹・木・ヤシの葉です。

構造上、強風の際に最も効力を発揮します。農民はうまく風向きを察知し、羽根を風上に向けます。

注意点：強風時にはものすごい騒音となるため、近くに家屋がある場合は、騒音害が問題になるかもしれません。



脱穀おけを使ったイネの脱穀作業 (現地用具名 Tong pukul padi)

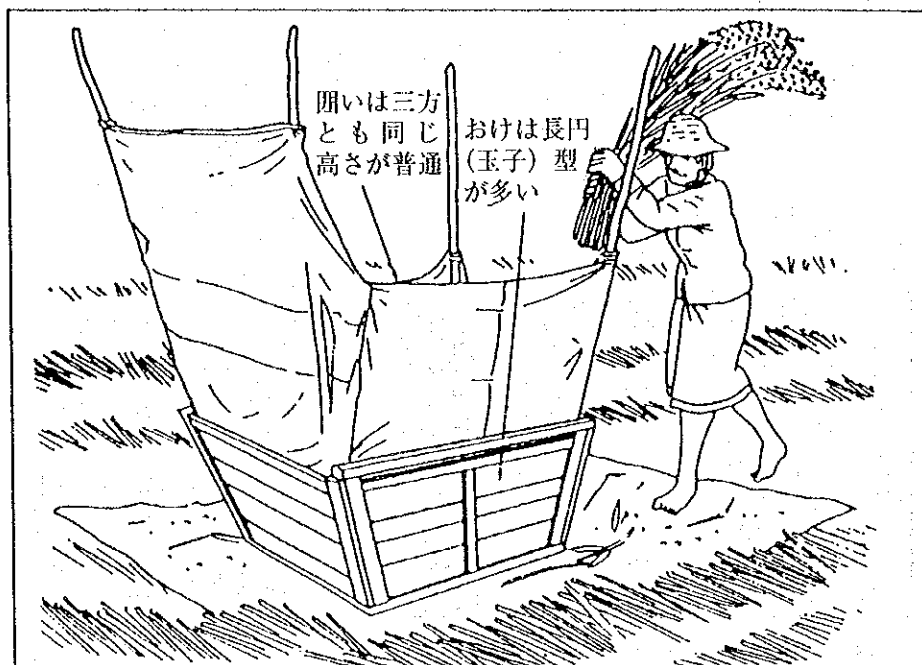
JICA 専門家 マレーシア 島田輝男

地域背景：脱粒しやすい品種を利用していること、イネの収穫期にもしばしば雨が降ること、刈り取ったイネを野積みしておけないこと、栽培面積が一般に小さいことなどが、この技術の成立条件であると思います。

内容および方法：脱穀おけの大きさは様々ですが、ほぼ径50×90cm、深さ80cm前後、木製でおけ(長円型)または箱です。粉が飛散しないように三方を布や麻袋や化繊袋で囲っています。おけのなかにはしご(幅40cm×長さ105cm)が置いてあり、大きな稲束を両手に持ったひもで束ねて、そのはしごにたたきつけます。はしごはおけの底幅で、奥側のおけの底から手前のおけ口に斜めにかけてわたします。おけの周辺にムシロ、空き袋をしきつめます。

効果および特長：脱穀おけを移動させながら作業を進められるので、イネの結束、運搬の必要がありません。労働力が少なくすみ、作業過程での脱粒による損失も少ないです。在来種では3～4回のたたきつけで十分であり、足踏脱穀機以上の能率です。

注意点：高収性品種は一般に脱粒しにくく、重労働となってしまいます。稲わらが長い品種は束の先が開きやすくはしごやおけからはみだし、たたきつけにくく、粉のロスも大きくなります。



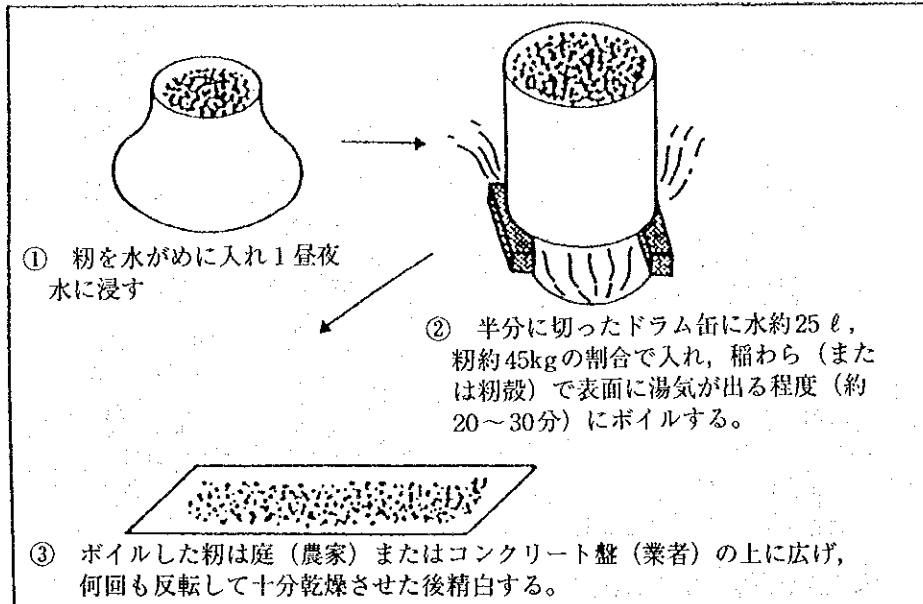
米のパーボイルド加工

JOCV隊員 バングラデシュ 岩本慎二

地域背景：バングラデシュ（ほとんどがベンガルデルタ）のほぼ全域で行なわれている慣行の精米技術です。当国では3回のイネの作期があり、アウス稲（4～8月）、アマン稲（8～12月）、ボロ稲（12～4月）が作られます。アウス稲とボロ稲の収穫期が雨期にかかり、収穫後の乾燥が十分に行えないので、こうした技術が生まれたのでしょう。半熟程度煮ることによって米の表層が糊状になり、それを乾燥させることにより糊を固めたような米になり、精米のとき碎米が少なく、普通の米より貯蔵が効きます。また、糠層の栄養分が胚乳部に移行するといわれています。バングラデシュで売られている米はすべてパーボイルドライスだと考えてよいでしょう。

内容および方法：まず、粳を一昼夜水に浸します。ドラム缶（半分に切ったもの）を用いて、半熟程度に20～30分間煮て、上間にひろげてよく天日乾燥します。足ぶみうす、または精米機にかけて精米します。

効果および特長：精米の際の碎米が少なく精米歩合が高められ、また、糠層のビタミンB群や栄養分が胚乳に移り精米の栄養価が高まります。さらに、乾燥条件で保存すれば長く貯蔵が効きます。



加熱圧偏式精米加工（現地名称 チューラ）

JOCV隊員 ネパール 北原功

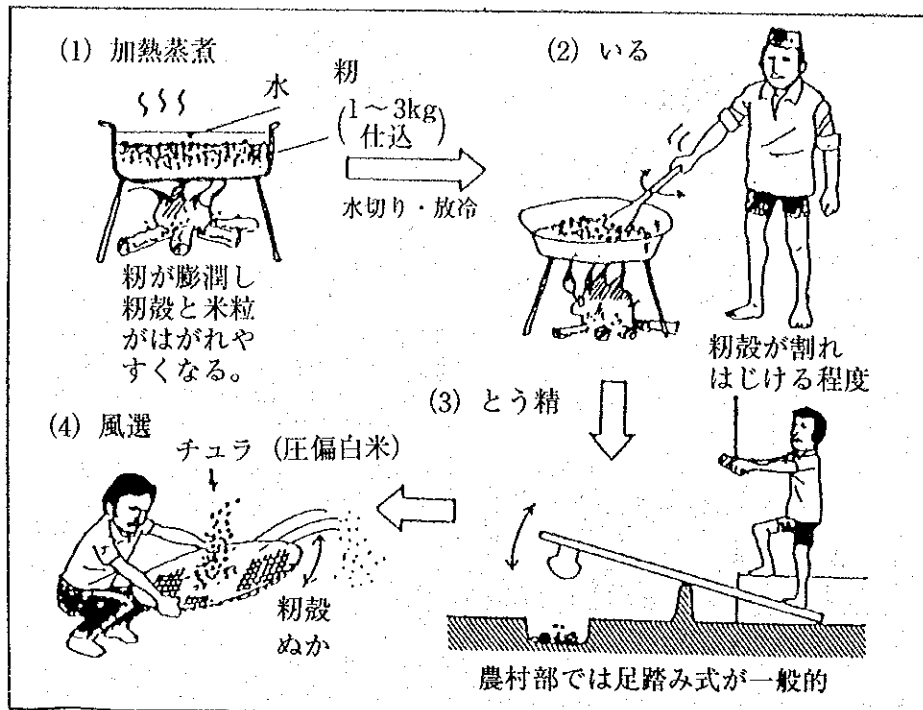
地域背景：インド型の米は日本型の米より精白しにくいです。また、近代的な籾すり、精米機も十分普及していません。この精米法は、高価な機械設備も必要としないことから、広く利用されています。

内容および方法：籾を水に浸漬煮沸し、水切り冷却後、煎ります。熱いうちに、うすときねでとう精したのち、籾殻、ぬかを風選除去します。

効果および特長：とう精は1段階のみで、加熱処理された籾から籾殻、ぬかが同時に除去されます。加熱処理によりとう精が容易になり、貯蔵性も高まります。また、すぐ食べられる加工食品となります。煎って乾燥しているので、特別な扱いをしなくても保存がきき、簡易食や携帯食として広く用いられています。

本法は、南アジアで古くから行なわれているパーボイリングの変法と見られます。パーボイルドライスについては、外見上普通に精米された白米と区別がつかないくらいですが、加熱処理によって糠や胚芽に多いビタミンB群が胚乳中に移行し、栄養上高く評価されています。このチューラについてもビタミンB群の内部移行があるものと推測されます。

注意点：ザルを用いての風選は、籾殻・ぬかの除去が完全ではありません。



スイカ種子の催芽

JOCV隊員 バングラデシュ 岡村博光

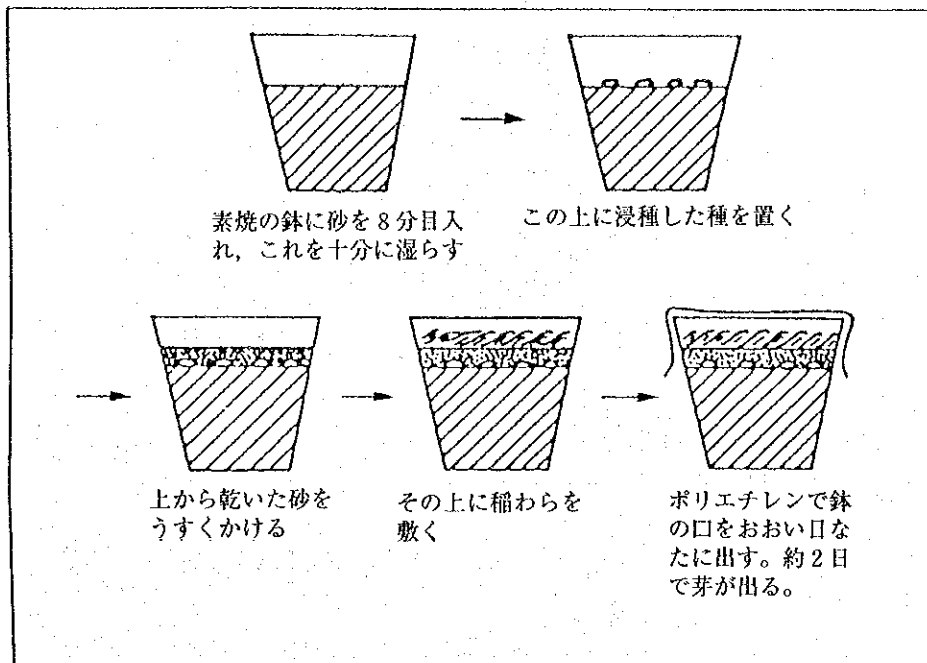
地域背景：スイカの種子は、適湿であれば催芽処理しなくても発芽してきます。しかし、そのような条件が常に得られるとは限りません。この方法は最も確実な催芽方法の一つです。

内容および方法：浸水後の種子を湿った砂の上に並べ、その上によく乾いた砂を置き適湿が保たれるよう工夫しています。上層に敷く稲わらは暑熱を緩和する役目をします。暑熱の弱いときはうすく、強いときには厚くします。日中は日なたに、夜は室内に置いた方がよいでしょう。スイカの催芽は28～30℃が必要です。

通常大量種子の催芽には、浸水種子を袋に入れて発酵堆肥中におくか、あるいは種子のとがった一端をペンチで割って平箱を使い、発芽させる方法がとられています。

効果および特長：発芽が均一となります。また、発芽し始めたものだけを栽培に供することができ、不良種子を除くことも可能となります。スイカのみならず種皮の硬い他の種子にも応用できます。種子を取り出す時には湿った層がすき床のように固くなり、上の種子や砂の部分と容易にわかれます。

注意点：種子は均一に並べてください。上からかける砂は乾いたものを用い、かけ過ぎないでください。



ウリ類種子の催芽法

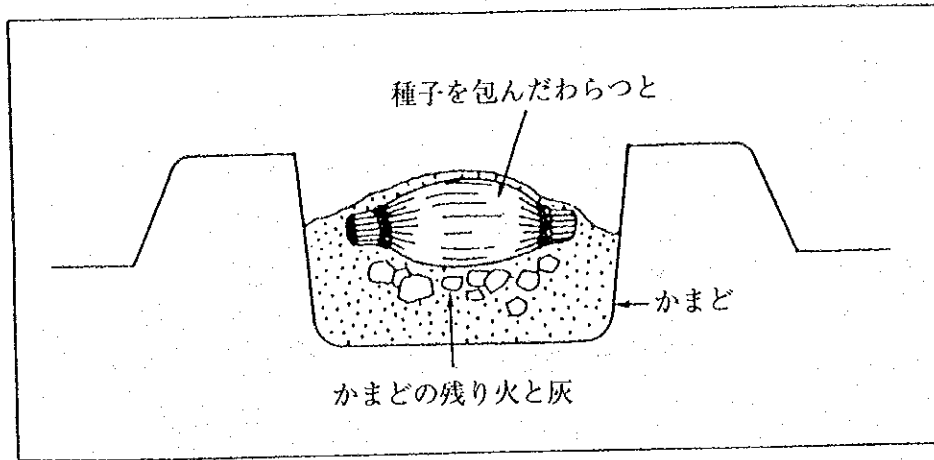
JICA 専門家 ネパール 島田輝男

内容および方法：ネパールのウリ類の早期栽培は12月に播種しますが、この時期は低温であり催芽が必要です。電気や資材の不足するネパールの農村では、この方法が最も手近な催芽法です。

内容および方法：1～2日間浸水した種子を、ぬらしたわらつと（苞）につつま、夜炊事の終わった後の残り火の中に入れ、灰をかぶせておきます。翌日それを取り出し水洗いした後、陽だまりの暖かいところにおき催芽します。

効果および特長：かまどの残り火の熱と灰の保温効果で発芽を促し、発芽ぞろいが良いです。山間部では籾の催芽にこの方法を使うところもあります。

注意点：わらつとが適度に湿っていることがポイントです。残り火がわらつとに燃え移らないように気をつけてください。



バナナの皮茎利用の野菜育苗鉢 (現地名称 ケセル・パトゥル・ポーチ)

JICA 専門家 スリ・ランカ 佐藤孝夫

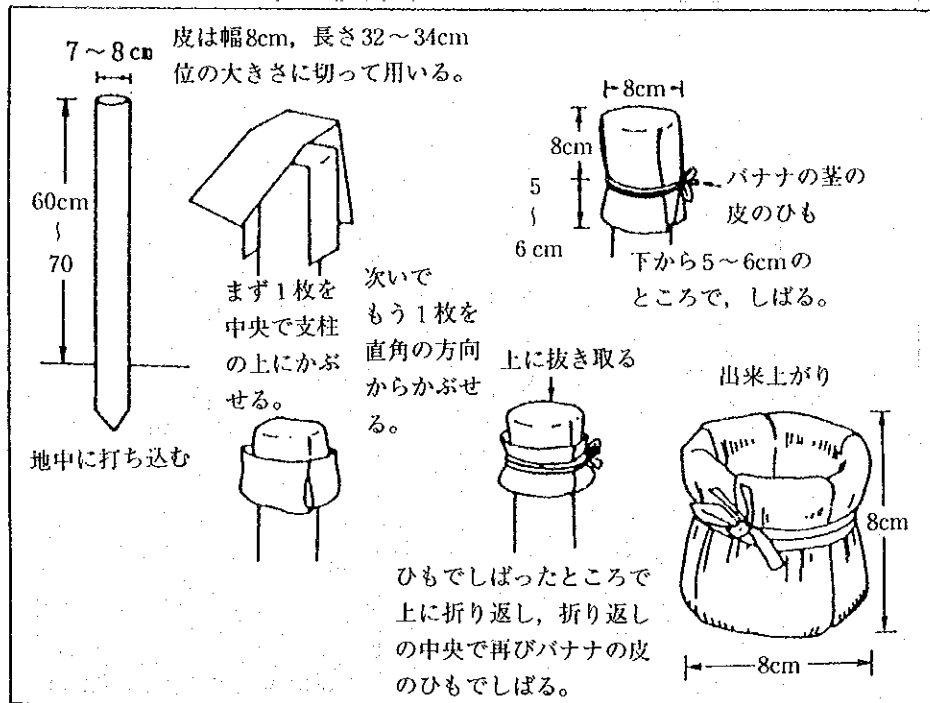
地域背景：近年スリ・ランカの乾燥地帯では、乾期に水田の裏作として畑灌漑方式の野菜栽培がすすめられています。乾燥に強いトウガラシ・トマト・ナスなどナス科の野菜は、比較的活着が容易ですが、キャベツ・球茎カンラン・レッドビートなど広葉の野菜は乾燥に弱く、貧弱な苗は植付け後の活着が悪いです。この方法はそんな時に役に立ちます。

内容および方法：バナナの茎の、皮の部分を利用し、育苗鉢を作ります。

効果および特長：畑灌漑栽培で、移植を必要とする野菜の育苗は、発芽率が悪かったり苗立枯病などの病気が多いことから、とかく厚播きになり、かえって軟弱に育ち病気にもかかりやすくなります。

育苗に鉢を用いると厚播きが避けられ、管理もしやすいです。材料は豊富にあり、製作も容易です。

注意点：鉢は必ず柵を作ってその上に置きます。鉢土は無菌土か焼土を用い、良質の有機質資材を十分に入れて、土壌を軟らかくし、発芽が揃うようにします。育苗初期は、ヤシの枯れ葉などで強い直射日光を避け、半日陰とします。鉢育苗はとかく乾燥するので、灌水を必ず1日1回、高温時を避けて早朝に行います。発芽初期は十分に、後期は控えめにします。



野菜の雨よけ育苗法

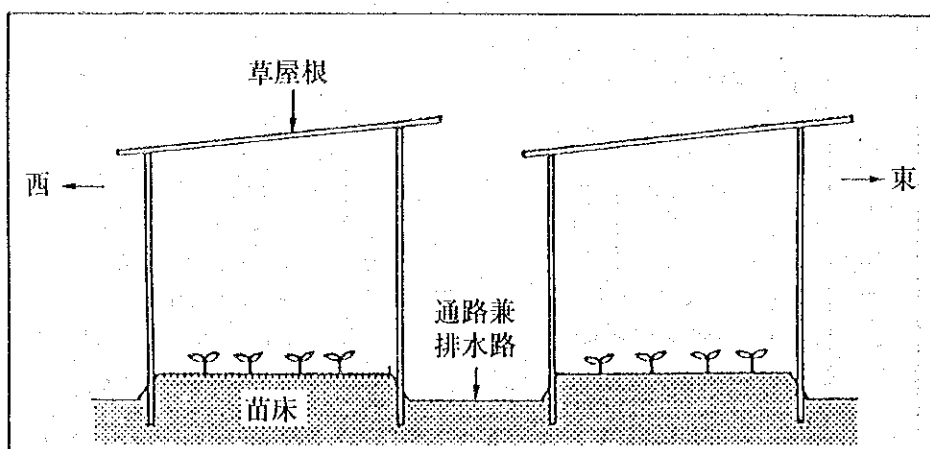
JICA 専門家 ネパール 島田輝男

地域背景：ネパールの秋野菜の育苗期は、雨期の最中で強雨と日中の強い直射日光のために、一般農家では育苗が困難とされていました。この育苗法は、政府の園芸農場がインドから導入し、農家に普及したものです。

内容および方法：露地苗床（幅1.5m×高さ15～20cm、長さ適当）を南北につくり、その上1～1.5mの高さに、苗床幅よりやや広めに片屋根をかけます。屋根の材料はわら・刈り草など、朝日と夕日は十分に当たりますが、日中の強い直射日光と雨を防ぎます。発芽までわら・刈り草などで床面を覆い湿度を保ちながら発芽率をよくします。

効果および特長：強日射、強雨から野菜の幼苗を守ります。材料は竹・枝・わら・刈り草など手近にあるものを利用してつくれます。

注意点：雨よけの屋根が高すぎれば苗床の両側が雨に流され、低すぎると管理がしにくくなります。床面の覆いを取り除く時期が遅れると徒長苗を作る原因になります。



キャベツのひこばえによる増殖育苗法

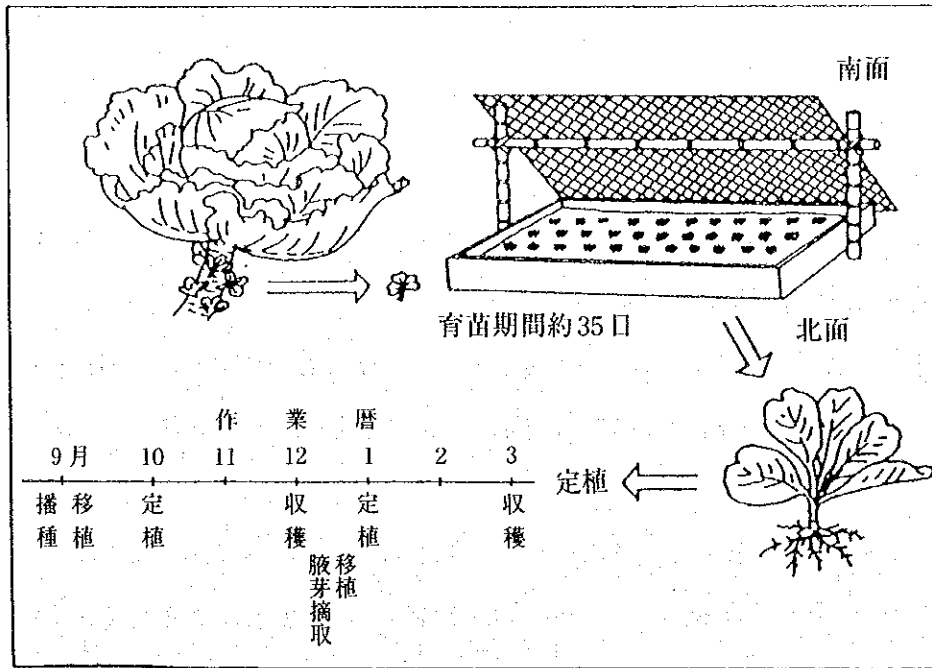
JICA 専門家 バングラデシュ 田崎正光

地域背景：バングラデシュのキャベツ栽培では、早生で耐暑性の強い日本品種が、近年農民に人気があります。しかし、輸入種子であるため高価で入荷量も少ないのが現状です。

内容および方法：キャベツの結球完了期に、古い外葉を切除して茎のひこばえ（腋芽, Sprouts）を出させ、十分に生長してから掻き取る栄養繁殖法です。遺伝的特性を維持しつつ、高価なF1品種を数回にわたって栽培することができ、種子代の節約にもなります。

効果および特長：熱帯条件下においては高温のためキャベツなど温帯アブラナ科の採種が困難で、農民は高価な種子代に悩んでいます。この方法を利用すると1回分量の種子で2回は栽培できます。

注意点：完熟堆肥を多量に床土に施用します。ひこばえを挿し、日中は日覆いか寒冷紗で覆い日射を遮り、過度の水分蒸散を防ぎ、乾燥しないように管理します。追肥は発根を待って漸次行います。とくに、掻き取ったひこばえを挿し発根させる際の管理に、周到的な注意をしなければなりません。その際、技術者の直接指導が必要です。



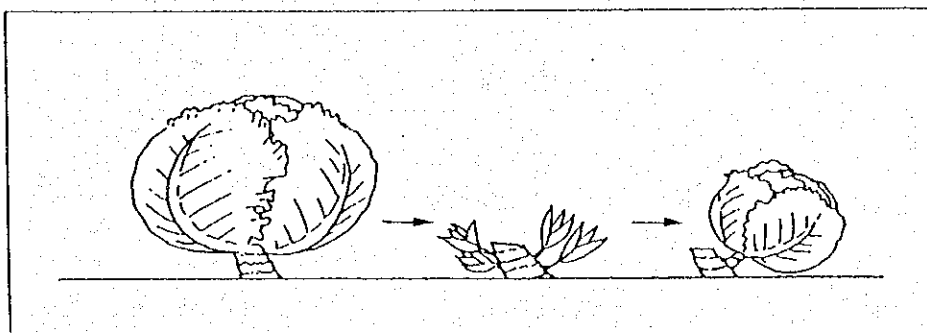
キャベツのひこばえ利用による二回どり

JOCV隊員 バングラデシュ 岡村博光

地域背景：農民がひこばえ（腋芽）の生育を見て、栽培を思いついたものです。二回どりの球は小ぶりとなりますが、生育は速く、育苗・定植の手間も省けます。

内容および方法：キャベツの種子の入手が難しい場合に、切り株から出るひこばえを再び収穫するものです。バングラデシュのキャベツの早期栽培（7～8月播種、11～12月収穫）では、収穫後の切り株から多数のひこばえが発生します。その中からよく生長しているひこばえ1、2芽を残して、肥培管理を続け再び収穫する方法です。

効果および特長：ひこばえを分離して育苗・定植する方法もありますが、この方法のほうが簡便です。前作ほどの大玉は得られませんが、キャベツは貴重な野菜であり小玉でも地方では販売できます。かえって売りやすいと思われれます。



野菜の高床育苗 (現地名称 Phok Luk Cin)

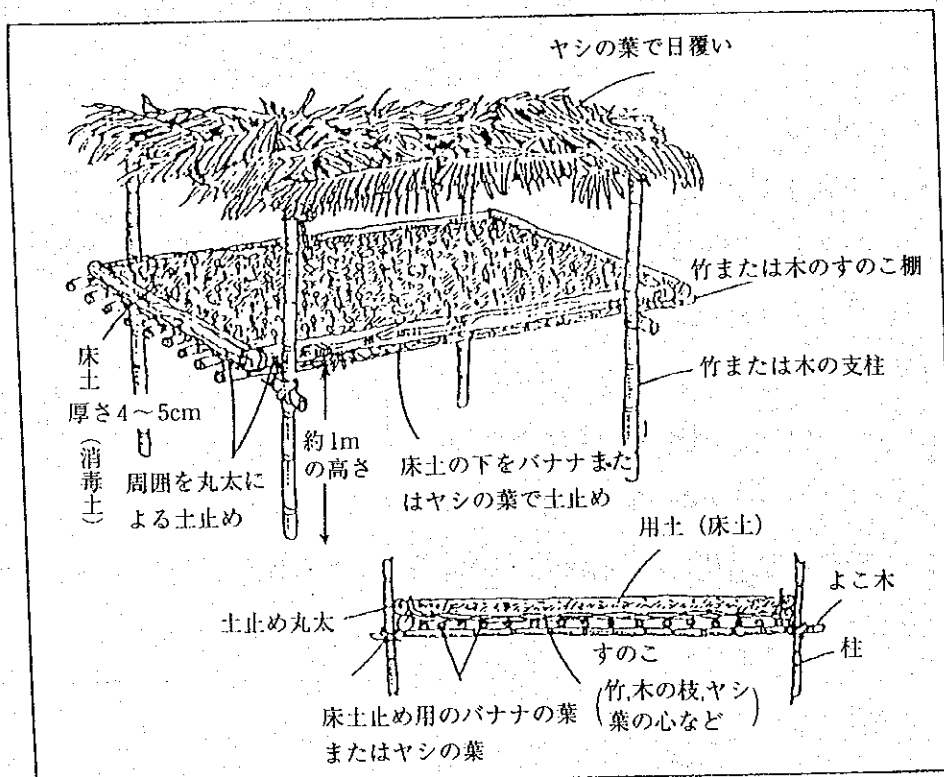
JICA 専門家 マレーシア 島田輝男

地域背景：ケラントラン州はケラントラン川の下流で、雨期には排水が悪いのが一般です。しかし、雨期の直後が野菜の定植期に当たっています。

内容および方法：雨期に、ナス・トウガラシ・トマトなどを育苗するため、竹や木で1m くらいの高さに棚を作り、その上へ厚さ4～5cmに土を置いて育苗床とします。全期間日覆いをして、乾燥を防ぎます。

効果および特長：苗を洪水や、家きん・家畜の食害から守り、健苗を育成します。

注意点：苗床の周囲の土止めと、床土の厚さが重要です。床土には焼土（消毒土）が望ましいです。苗床の水管理が大切で、乾燥させると苗が不揃いになります。農家によってはビニールをかけていますが、日焼けする危険があります。発芽期に雨を防ぐには、ヤシの葉で日覆いをした上に、ビニールをかけ、さらにヤシの葉を並べます。



草による苗木の根巻き

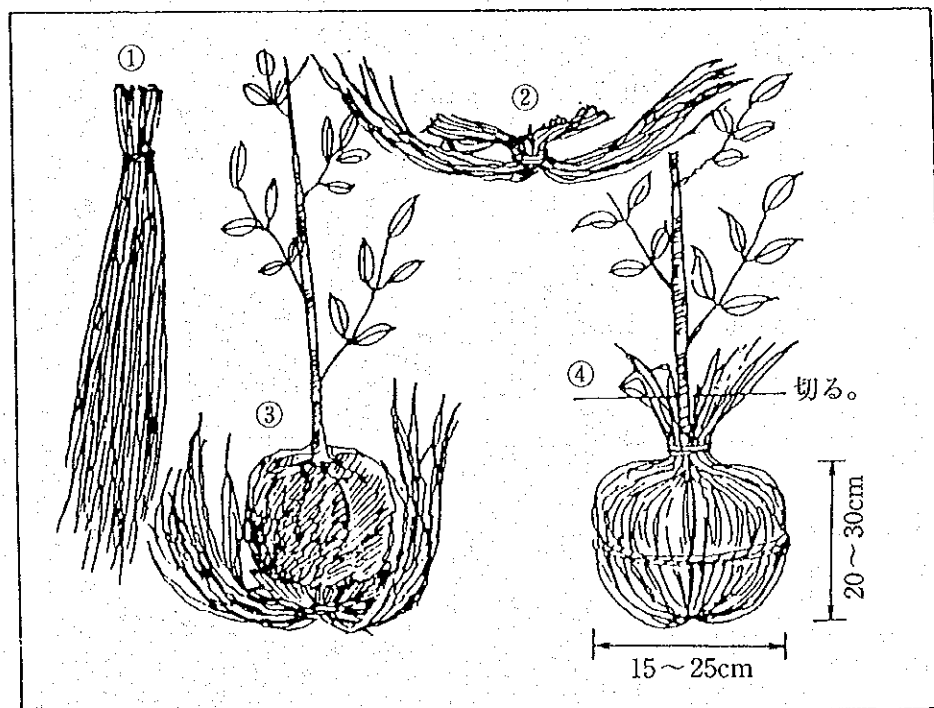
JICA 専門家 インド 島田輝男

地域背景：熱帯地域では苗木の長距離輸送をするとき、苗圃での仮植期間が長く、また高温乾燥により苗木が枯れやすいです。さらに、いずれの常緑果樹（マンゴ・レイシ・バンジローなど）も休眠期がないので、土のつかない苗木は、輸送中に枯れる危険性が高くなります。

内容および方法：苗木の輸送や仮植えのために、土のついた根を土が落ちないように草で根巻きします。まず、腐りにくい草の葉を株元で束ね、株を上にして広げます。つぎに、その株の上に掘り出した土付き苗木を置き、草の葉先の部分で土付きの根を包み、土が落ちないようにひもで横締めをします。葉先は苗の株元に集めて束ねます。

効果および特長：根土の崩れが起きにくいので長距離輸送にも耐えます。根巻きのまま定植できるので、ビニールポットより活着が良いです。仮植が長くなっても、細根が草の間から出て養分を吸い、生育を損なうことも少ないです。

注意点：苗床用土が粘質であったり砂土であると、包むときに崩れやすくなります。用いる草は腐りにくい種類が良く、稲わらは腐りやすいので利用しません。



無灌漑畑における乾期ジャガイモ栽培法

JOCV隊員 ネパール 寺田好男

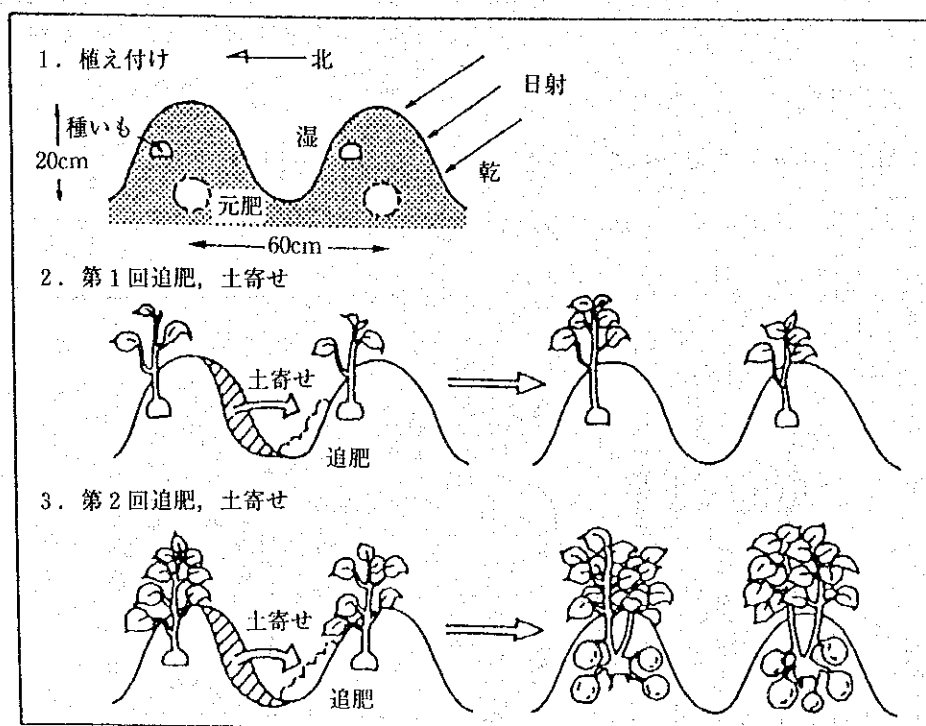
内容および方法：ネパールの乾期（10～2月）のジャガイモ栽培で灌漑設備のない畑に、畦幅60cm・高さ20cmくらいの東西畦を作り、その北側斜面に種いもを植えます。

効果および特長：この時期は、太陽の高度が低いため、北側斜面は畦の陰になり、土壌水分が保たれます。それでジャガイモの発芽、生育が順調になり、増収するのです。

この栽培法は、他の野菜にも応用できます。灌漑ができる畑では、灌漑水の節約にもなります。

注意点：畦の方向は東西でないと効果がありません。種いもの植えつけは、畦の北側斜面の中間に位置するように植えてください。太陽高度の低い時期にしか適用できません。

緯度の高い地方のみに適した技術であって、赤道に近いところでは適用できません。



ホテイソウ敷草による乾期のジャガイモ栽培法

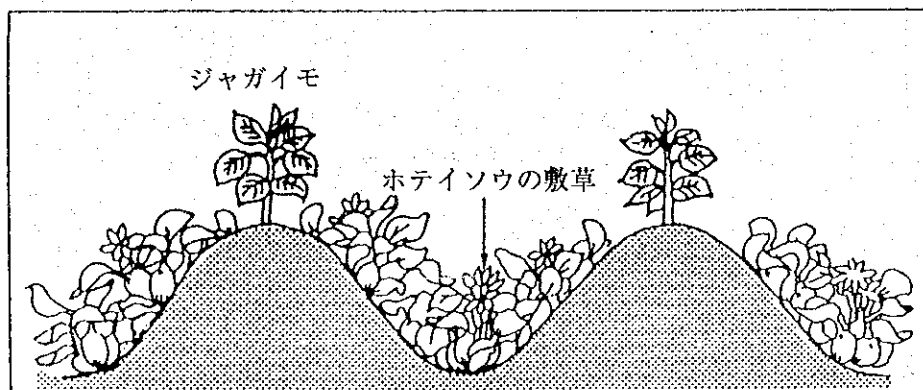
JICA専門家 バングラデシュ 木下清彦

地域背景：ホテイソウの豊富な東南アジアや南米地方で、乾期栽培時に敷草として利用し

ます。とくに、ジャガイモは灌漑によって冠水すると塊茎が腐敗する恐れがあるので、敷草栽培が有利です。

内容および方法：乾期のジャガイモ栽培などに、灌漑の代わりに保水性の高いホテイソウを畦間に敷きます。施肥、土寄せ完了後、ジャガイモの茎葉がかくれないようにしてホテイソウを生草のままやや厚めに敷きます。

効果および特長：土壌中の湿度が長期間保たれる上に、ホテイソウはカリの含有率が高く、無処理区と比べ収量も多くなります。また、ジャガイモ収穫後はこの敷草が土壌への多量な有機物の施用となり、地力増進にもなります。

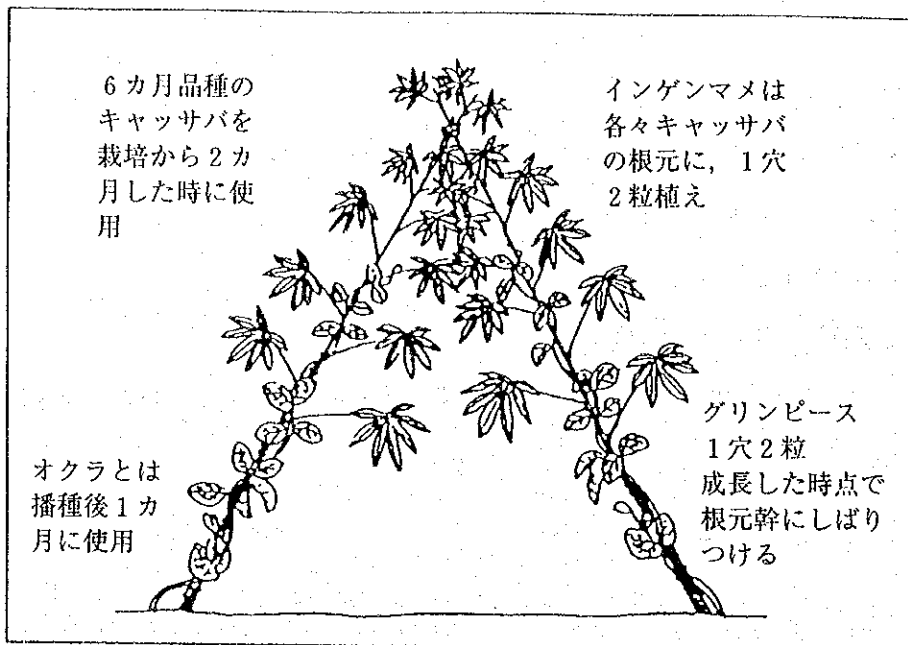


マメ科植物とキャッサバの混植（現地名称 ミスラ ワガー キリーマ）

JOCV隊員 スリ・ランカ 飯塚洋子

内容および方法：ある程度キャッサバが生長した時点で、つる性インゲンマメか、わい性のグリーンピースを植え、キャッサバの茎を支柱として利用します。（同様にオクラとわい性グリーンピース）

効果および特長：インゲンマメなどの根粒菌による窒素の蓄積が期待でき、双方の生育も妨げられません。



トウモロコシ、ラッカセイとインゲンマメの混作

JOCV隊員 マレイシア 飯島克人

内容および方法：トウモロコシの茎を支柱として利用します。

効果および特長：インゲンマメの必要資材である支柱が人手困難なとき、またはコスト的に高くなる場合に有効です。ラッカセイは、雨期作においても子実の腐敗に比較的耐えられるので、目的は収量を得るといよりも、雑草をおさえることをかねて栽培します。

注意点：トウモロコシの品種は、デントコーンのような稈の長いものを用います。インゲンマメの播種期はトウモロコシ6～7葉とします。

