

特集：臭化メチル剤から完全に脱却した産地適成型栽培マニュアルの開発

熊本県の露地ショウガ産地のための 脱臭化メチル栽培マニュアル

—これからのショウガは、四つの「C」で安定生産—

熊本県農業研究センター生産環境研究所 **もり** **やま** **み** **ほ**
森 **山** **美** **穂**

はじめに

熊本県におけるショウガ栽培は、栽培面積 205 ha で全国第3位、生産量は 6,520 t で全国第2位（平成 23 年産農林水産統計）であり、全国的にも有数の規模である。主要産地は、県中央部の中山間地域に位置する宇城市小川町と八代市東陽町であり、この2地域で県内の約 85% が生産されている。この地域のショウガ栽培は明治時代から始まった。当初は畑圃場で栽培されてきたが、1965 年ころから水田に導入された。1970 年から始まった米の生産調整で、ショウガが転換作物として奨励されたことから、河川の峡谷に沿った棚田にも栽培が広がった（図-1）。棚田を利用したショウガ圃場は、傾斜地にあるため、大規模な基盤整備が困難で、現在も面積が狭く、小型機械や手作業で管理されている。

栽培面積が増加し、同一圃場で連作されるようになったことから、立ち枯れや根茎が腐敗する症状が発生し、問題となった。1975 年から実施された調査で、これらの症状がショウガ根茎腐敗病であることが明らかになった（田上ら、1983）。根茎腐敗病は、糸状菌である *Pythium zingiberis* の感染により発生し、種子（根茎）伝染および土壌伝染する（高橋、1954；一谷・新須、1980）。本病は、汚染土壌や汚染種子によって未発生圃場に持ち込まれる。いったん、圃場に侵入すると、土壌水による遊走子の移動や畝立てや培土等の管理作業による汚染土壌の移動で急速に感染が拡大するため、防除が困難である。また、感染株は茎葉が枯死するだけでなく、根茎が腐敗するため、経済的に大きな被害を与える。本病は、現在でも栽培面積の 10～30% で恒常的に発生しており、本県のショウガ栽培で最も重要な病害となっている。

根茎腐敗病の防除には、効果が高く、抑草効果や価格面にも優れた臭化メチル剤が広く利用されてきた。本県でも、臭化メチルを基幹防除剤として利用してきたた

め、臭化メチル剤全廃の影響は大きく、代替技術の開発が急務となった。本県では、主産地の農業普及・振興課や農協が中心となり、既存の土壌くん蒸剤等の代替土壌消毒技術について検討してきた。しかし、いずれの技術も、根茎腐敗病に対する効果は認められるが、臭化メチル剤に比べて効果の安定性が劣り処理経費、簡便さ等を含め総合的に評価した場合も同剤に及ばなかった。このため、土壌くん蒸消毒だけでなく、生育期の防除や圃場環境の整備、感染源の除去等の耕種防除を組合せた総合防除対策が必要となった。

本県では、総合防除対策の構築に向けて 2008 年から実用技術開発事業「臭化メチル剤から完全に脱却した産地適成型栽培マニュアルの開発」に参画し、主産地と協力しながら、代替技術の開発に取り組んできた。本稿では、本事業を含む各種試験で得られた成果をもとに作成した、本県ショウガ産地に適合した栽培マニュアルについて紹介する。

I 熊本県におけるショウガ栽培での根茎腐敗病防除対策のポイント

熊本県におけるショウガ栽培は露地で行われており、その栽培管理暦は図-2 のとおりである。収穫後の 12 月から 2 月に、堆肥や石灰の施用等、次年度作付けに向け



図-1 八代地域のショウガ栽培風景

Cultivation Manual for Ginger in Kumamoto Plain Area without Methyl Bromide. By Miho MORIYAMA

（キーワード：ショウガ、根茎腐敗病、臭化メチル、代替技術）

た準備を行い、2月下旬から3月の低温期に土壌くん蒸消毒を行う。土壌くん蒸消毒後畝立てを行い、4月上旬から5月上旬に選別した健全な種子を植え付ける。5月下旬頃から出芽するが、根茎の肥大を促進するため、梅雨明け頃から9月まで追肥および培土作業を2、3回行う。降水量の少ないこの時期には、灌水作業もあわせて行う。収穫が、10月下旬から11月上旬の降霜前まで行われ、一年の栽培が終了する。

根茎腐敗病の初発は、年次や土壌くん蒸剤の種類、菌密度によって異なるが、おおむね梅雨明け前後から認められる(表-1)。感染株は徐々に増加し、8月下旬にいったん停滞するが、秋雨前線にともなう降雨によって根茎の充実期である9月に再び増加する(図-2)。

マニュアルは、生産者が利用しやすいように、上述のショウガ栽培管理暦にそって根茎腐敗病の防除対策を時系列で示し、その対策の要点を四つの「C」に整理し、作成した(図-3)。なお、四つの「C」とは、根茎腐敗病が発生しにくい圃場を作るために、栽培期間中や収穫後に感染源の有無を「Check(確認)」する、土壌くん蒸消毒剤や生育期間中に処理する薬剤を効果的な使用方法に「Change(替える)」する、無病または消毒種子を「Choice(選ぶ)」する、圃場の菌密度を下げるための輪作に「Challenge(挑む)」する、の頭文字である。

表-1 主産地におけるショウガ根茎腐敗病の初発確認日

地域	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
宇城地域 調査圃場	7月29日	8月26日	8月2日	7月20日	7月19日
八代地域 調査圃場	7月22日	7月22日	7月9日	8月11日	7月9日

II 栽培マニュアルの概要

1 一つ目の「C」: Check(確認)

(1) 収穫後は、圃場に感染源が残っていないか「Check」する

前述したとおり、根茎腐敗病菌は感染した根茎などの組織内に残り、次作の感染源となる。栽培期間中に確認した発病株や収穫時の作物残渣は、圃場から持ち出し処分することが対策の基本である。マニュアルでは、感染源を可能な限り取り除くため、収穫後に圃場を見回り、残渣の有無を再度「Check」するよう提案している。

(2) 栽培中に根茎腐敗病の拡がり方を「Check」する

根茎腐敗病は、遊走子が水で移動し、感染が拡大する。本県の主産地の土壌は、粘土質の灰色低地土や森林土である。また、棚田を転用している圃場が多い。圃場は透水性が悪く、根茎腐敗病の発生に好適な湛水あるいは過湿条件になりやすい。このため、排水や透水性の改善は本県の根茎腐敗病防除対策としての重要なポイントである。

基本的な排水対策として、圃場の周囲に排水溝を整備し、最も低い位置に排水口を設置する。また、畝が等高線に沿って作られるため、畝間に水が溜まりやすい。畝間からの排水経路を確保するため、畝を分断し、圃場の上端から下端まで連続した排水溝を傾斜にあわせて整備する必要がある。

ただし、圃場ごとに形状や傾斜が異なるため、上述の方法だけで改善することは困難である。図-4に現地ショウガ圃場における発病株の拡がり方の一例を示した。この圃場では、圃場の最も高い場所で発病株が発生し、傾斜に沿って低い場所へ感染が拡大した。さらに、収穫時には、発病株が周囲の排水溝や排水口に隣接する部分に集中して認められたことから、排水溝や排水口の能力が不足していることが推測される。

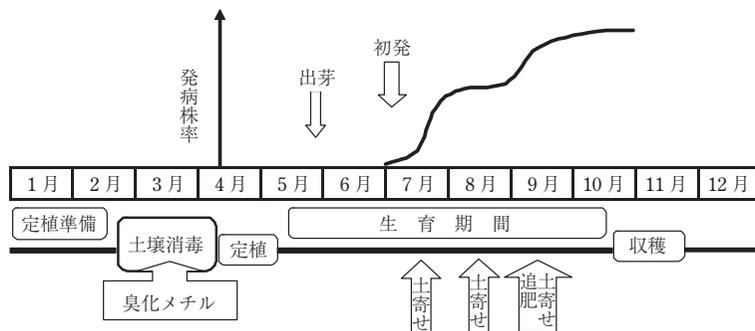


図-2 熊本県における露地ショウガ栽培暦と根茎腐敗病の発生推移

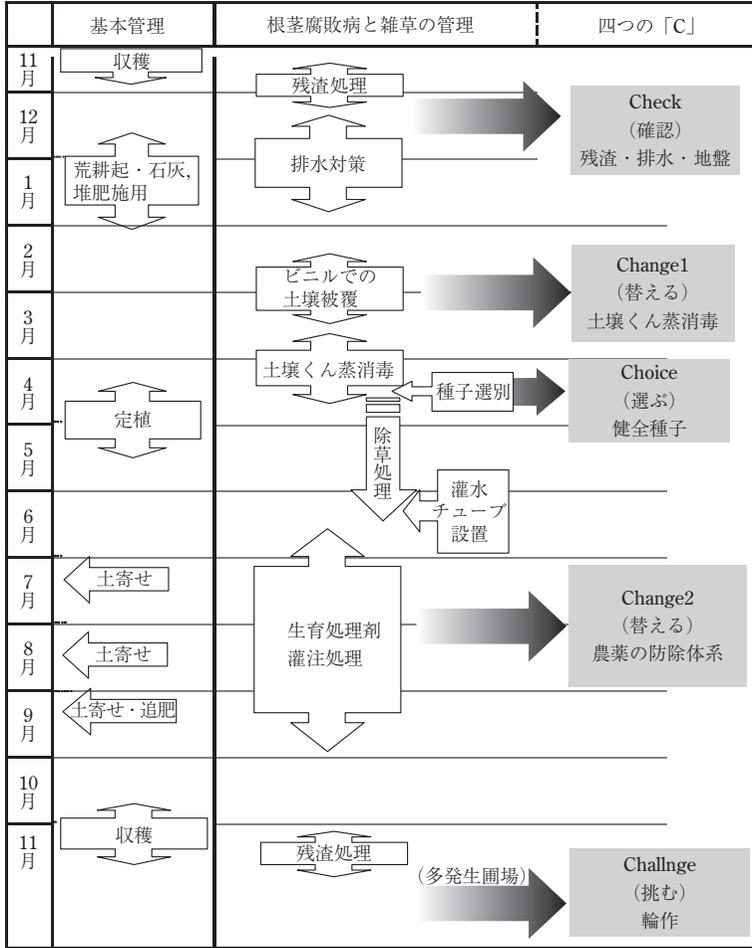


図-3 脱臭化メチル剤適応型ショウガ栽培管理暦

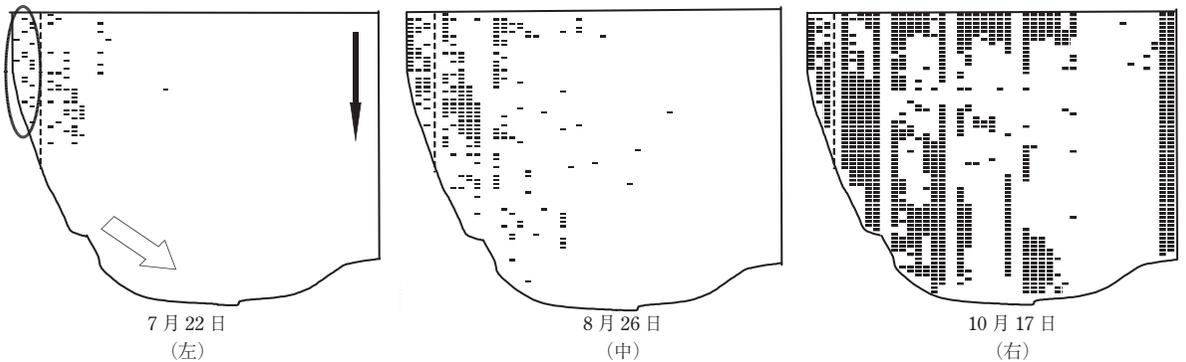


図-4 圃場での根茎腐敗病の拡がり方

2008年八代市東陽町現地圃場における調査。定植5月1日。収穫は10月27日。

↓は畝，↘は圃場の傾斜方向を示す。○は無処理。

このように、発病株が集中する場所、すなわち排水対策が不十分な場所を栽培期間中に「Check」することで、収穫終了後に改良を加え根茎腐敗病が発生しにくい圃場環境へ整備することが可能になる。

そこで、マニュアルには、排水溝や排水口の整備、透水性の悪い地盤の改良、問題点の確認等について具体的な方法、手段を紹介している。

2 二つ目の「C」: Change (替える)

(1) 土壌くん蒸剤と生育期処理剤の体系防除に「Change」

根茎腐敗病の防除は、これまで効果の高い臭化メチル剤に依存していた。しかし、本剤の使用が禁止されたことから、既存の土壌くん蒸剤と生育期に使用できる薬剤(以下生育期処理剤)を使用する防除体系に「Change」する必要がある。

(2) 土壌くん蒸剤を「Change」

現在、根茎腐敗病に登録された土壌くん蒸剤には、ダゾメット粉粒剤、クロルピクリン錠剤、クロルピクリン液剤、カーバムナトリウム塩液剤およびヨウ化メチル剤がある。本県主産地で各土壌くん蒸剤の根茎腐敗病に対する防除効果、抑草効果、作業性、コスト、安全性につ

いて比較した結果を表-2に示した。ダゾメット粉粒剤は、クロルピクリン剤に比べてやや効果は劣るものの、抑草効果や処理時の安全性の面で優れており、本県主産地に適した土壌くん蒸剤と考えられた。ただし、ダゾメット粉粒剤は、地温15℃以下でガス化しにくいという特性があり、2月下旬から3月の低温期に土壌くん蒸消毒を実施する本県では効果の不安定性や被覆期間の長期化等の問題が起こりやすい。これらの問題を解決するため、マニュアルでは、本剤の処理前から圃場をビニルで被覆し、地温を確保する方法を提案している。表-3に示す通り、処理30日前からビニル被覆することで、くん蒸処理時からくん蒸終了時まで、深さ20cmの地温はダゾメット粉粒剤のガス化に必要な15℃以上を維持し、定植117日後の発病株率も1.0%と対照区の5.9%に比べて安定する。

(3) 生育期処理剤の処理方法を「Change」

根茎腐敗病に対する生育期処理剤には、シアゾファミド水和剤、メタラキシル粒剤、アゾキシストロビン・メタラキシルM粒剤およびプロパモカルブ塩酸塩液剤がある。これまで、生育期処理剤は臭化メチル剤の補完的な薬剤として、発病した株の周辺にスポット処理されて

表-2 各種土壌くん蒸剤の比較(脱臭化メチル代替技術確立プロジェクト試験報告書を改変)

土壌くん蒸剤	根茎腐敗病 防除効果	抑草効果	作業性	周辺環境への 安全性	コスト (千円/10a)
ダゾメット粉粒剤 (30 kg/10 a)	6.6%	○	○	○	50
クロルピクリン錠剤 (1万粒/10 a)	2.2%	△	○	×	100
クロルピクリンテープ剤 (22 l/10 a)	0.0%	△	○	×	126
カーバムナトリウム塩液剤 (60 l/10 a)	33.5%	△	×	△	60
臭化メチル剤 (30 kg/10 a)	0.0%	○	○	○	75

試験場所：八代市東陽町現地圃場 定植：2000年4月上旬。
防除効果：2000年9月10日の発病株率で表した。

表-3 土壌くん蒸消毒前に圃場をビニル被覆した場合の地温の推移と防除効果

	土壌くん蒸消毒 までの平均地温 (20 cm 深)	土壌くん蒸剤を土 壤混和後の地温 (20 cm 深)	土壌くん蒸消毒 中の平均地温 (20 cm 深)	定植 117 日後の 発病株率
ビニル被覆 処理	14.5℃	14.6℃	23.6℃	1.0%
無被覆	10.2℃	10.0℃	14.6℃	5.9%

試験場所：熊本県農業研究センター生産環境研究所露地圃場。
ビニル被覆期間：2010年2月21日～3月23日。
土壌くん蒸消毒：3月24日にダゾメット粉粒剤 30 kg/10 a 処理。
土壌くん蒸消毒期間：3月24日～4月17日。
定植：4月19日。

表-4 生育期処理剤の異なる処理条件における根茎腐敗病防除効果

	収穫時の発病株率 (%)	防除価
発病前全株処理	26.5	58.1
発病後全株処理	34.3	45.8
発病後株元処理 (慣行)	51.5	18.6
無処理	63.3	

2010年、熊本県農業研究センター生産環境研究所内圃場における試験。

供試薬剤は全処理時とも1,000倍希釈液を3l/m²処理した。防除価は収穫時の発病株率から算出した。

いた。しかし、臭化メチル剤を既存の土壌くん蒸剤に「Change」したことで、基幹防除剤として利用する必要がある。そのため、灌注処理による効果が高いシアゾファミド水和剤を用いて(松尾, 2008), 効果的な処理法を検討した。

シアゾファミド水和剤を慣行のスポット処理, すなわち初発後に発病株元へ灌注処理した場合, 収穫時の防除価は18.6であった。これに対し, 全株へ灌注処理することで防除価は45.8に, さらに初発前から全株へ灌注処理を行うことで同58.1と, 被害防止効果が向上した(表-4)。ただし, これまで生育期防除に利用されてきた背負い式や据置型動力噴霧器で全株処理を行うと, 処理に長い時間が必要となる。そこで, マニュアルでは, 処理時間を短縮する方法として, 生育期処理剤を灌水チューブで処理する方法を提案している(図-5)。この方法を用いることで, 作業時間は従来の動力噴霧器を用いた処理に比べて約1/10に短縮される。全面処理はスポット処理に比べて農薬費が高くなる。しかし, この点についても効果の向上により発病株が減少し, 収益性が向上するために問題とはならない。このように, 生育期処理剤の処理方法を「Change」することで, 根茎腐敗病を効果的かつ効率的に防除することが可能である。

今回, 生育期処理剤としてマニュアルにはシアゾファミド水和剤のみを掲載している。しかし, 根茎腐敗病菌では, メトラキシル粒剤に対する耐性菌の出現が報告されている(漆原・柴田, 2007)など, 連用による耐性菌の出現が懸念される。今後, 生育期処理剤として効果が高いアズキシストロピン・メトラキシルM粒剤(松尾, 2008)など, 新規開発剤を含め, 他剤との輪用体系を検討し, マニュアルに追加する予定である。

3 三つ目の「C」: Choice (選ぶ)

発病圃場から採取した種子は, 外観が健全であっても内部に病原菌が潜在しており, 伝染源となる可能性がある。このため, 未発病圃場から採集した種子を「Choice」



図-5 灌水チューブでの生育期処理剤の処理

することが基本である。

採用用の未発病圃場が確保できない場合は, 種子消毒が必要である。現在, 根茎腐敗病の種子消毒に登録された薬剤はない。しかし, (独)野菜茶業研究所と長崎県が本事業で効果が高い種子消毒方法である, 温湯消毒法を開発しており, マニュアルに掲載した。

4 四つめの「C」: Challenge (挑む)

本県の主産地はショウガを長期間にわたり同一圃場で連作してきている。土壌中の根茎腐敗病菌の密度が高く, これまで述べた三つの「C」で被害を回避できないことが考えられる。マニュアルでは, 多発圃場における菌密度を低下させ, 再び持続的な栽培を可能とするための対策として, 他作物との輪作に「Challenge」することを提案している。

根茎腐敗病菌の寄主範囲は比較的狭い(一谷ら, 1980)。今回の事業でも, 13科29種の作物について罹病性を調査したが, ホウレンソウやシュンギク等4科5種を除き, 感染は確認されなかった。

輪作の被害軽減効果を検証するため, 根茎腐敗病菌の感染が確認されなかったタマネギを1~3回栽培し, 3年後に土壌くん蒸消毒を実施した後, ショウガを植え付け, 収穫時に発病株率を調査した。その結果, タマネギ1作での発病株率は20.8%で対し, 2作では5.6%, 3作では2.8%と栽培回数が多いほど, 発病株率が低く, 輪作の効果が確認された。

マニュアルでは, これらの結果をもとに根茎腐敗病菌に対する罹病性がない作物を3年以上栽培し, ショウガの栽培を再開することをすすめている。

おわりに

ショウガ根茎腐敗病は防除が困難で, 経済的な被害も

大きい重要病害である。特に、中山間の小規模圃場で連作を前提とした栽培を行う本県の主産地では、本病害に対する効果的、効率的防除技術は不可欠である。これまで、本病害に対する切り札として使用されていた臭化メチル剤が使用できなくなった現在、これまでと同様に発病を抑制していくためには、耕種的防除方法も取り入れ、総合的に防除していかなければならない。今回、マニュアルで提案した四つの「C」, 「Check」, 「Change」,

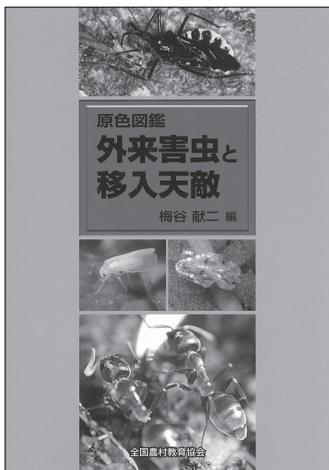
「Choice」, 「Challenge」の実践が、持続的なショウガ生産に寄与できることを期待したい。

引用文献

- 1) 一谷多喜郎ら (1980): 日植病報 46: 87.
- 2) ————・新須利則 (1980): 同上 46: 435 ~ 441.
- 3) 松尾和敏 (2008): 植物防疫 62: 526 ~ 528.
- 4) 高橋 実 (1954): 日植病報 18: 115 ~ 116.
- 5) 田上俊太郎ら (1983): 熊本県農業試験場研究報告 8: 19 ~ 32.
- 6) 漆原寿彦・柴田 聡 (2007): 植物防疫 61: 369 ~ 373.

書評

原色図鑑
外来害虫と移入天敵
梅谷猷二編
A5判, 386頁 (うちカラー図版 104頁)
9,800円 (税別)
全国農村教育協会 (2012年9月刊行)
(ISBN978-4-88137-164-0)



ある日、編者の梅谷猷二先生からのご指名なので本書の書評を書いてくださいませんかという依頼があった。害虫の専門家でもないのにわたくしがそんな大それたことは出来ないよと一旦はお断りしたのだが、再三の申し入れに兜を脱ぎ大役をお引き受けすることになった。

そんな次第だったが、いざ本書を取り上げて口絵のページを開いてみて驚いた。筆者がかつて農水省の園芸試験場に勤務していたころ、ごく普通に遭遇していた虫たちがつぎつぎと出てくるのである。それだけではない。自分の仕事である病害の防除試験をするとき、対象の病害以外は出来るだけ発生して欲しくないのに、しつこく

発生してきた害虫たち、ヤノネカイガラムシ、ルビーロウムシ、イセリアカイガラムシ、ナシヒメシンクイムシなどが大威張りで出てくる。また10年余り研究行政の分野に籍を置いたころ、大臣に代わって内閣委員会や農林水産委員会で答弁に立ったが、そんなときよく苦しめられていたのが次のような虫たちであった。代表格はマツノザイセンチュウ、ジャガイモシストセンチュウ、チチュウカイミバエ、イネミズゾウムシ、アメリカシロヒトリなどだったが、これらは本書ではいずれも口絵の重要メンバーになっている。もしもあのころ本書が出版されていればと思うことしきりである。

本書にはまた、一篇が半ページから一ページの「コラム」が掲載されているが、これが全部で16ある。編者で「虫のコラムニスト」としても夙に名の高い梅谷猷二氏をはじめ、森本 桂、森本信生、河合省三、皆川 望の各氏が執筆しておられて、いずれも注目に値する“虫に関わるエッセイ”になっており、これも実に楽しい。

本文に関する評が最後になったが、こちらには口絵と対応する代表的なものだけでも、ハチ目4種、チョウ目に27種、ハエ目に12種、コウチュウ目に47種、カメムシ目に67種、アザミウマ目に8種、シロアリ目にアメリカカンザイシロアリの1種、その他有害動物類として、ダニ目に15種、その他の節足動物として5種、「ナメクジ、マイマイ類」として10種、線虫類として3種、全部で195種類が取り上げられ、その一つ一つが詳しく解説され、これだけでも重厚な専門書となっている。

つぎにこれは本書のもう一つの大きな特徴だが、「移入天敵類」の項が特設され、これに該当する10種が詳しく解説され、また寄生バエ類、天敵コウチュウ類、捕食性カメムシ類、天敵アザミウマ類、捕食性ダニ、捕食性マイマイ類などについても分かりやすく解説されている。そして最後に第3章として「日本の植物検疫」の項が設けられ、国際情勢の変化とともに動く「輸入植物の検疫」について詳しく述べられ、これもまた貴重である。

最初にも記したとおり、筆者は植物病理学が専門で、本書の評者としては不資格者であるが、筆者程度の素人にとっても十分その価値の高さを実感し、心の底からうんこれは名著だ!と感じ、おすすめしたいと考えさせられる書物である。

(日本植物病理学会名誉会員 岸 國平)