

国産石灰窒素による 連作障害対策!!

日本石灰窒素工業会 普及部長 野坂佳史

作物を栽培するうえで、病害や虫害にお困りではありませんか。

この病害や虫害は、さまざまな要因で発生します。このうち、同じ作物を同じ圃場で連続して栽培すると、病虫害が発生して生育不良や収量低下などを引き起こす、連作障害があります。近縁（同じ科）の作物を続けて栽培しても障害が出るので注意が必要です。

今号では、代表的な連作障害の原因と対策について説明し、石灰窒素を使用した連作障害対策の事例を紹介します。

連作障害とは

なぜ、連作障害は発生するのでしょうか？

図1に、連作障害の原因について調査した結果を示します。原因として最も多いのが「土壌病害」（35%）で、次いで「センチュウ」（16%）、「要素欠乏」（12%）の順となり、これらで3分の2（63%）を占めています。

表1に、連作障害の多い作物と主な土壌病害虫名を示します。連作障害が発生しやすいのはナス科、ウリ科、アブラナ科の作物であることがわかります。これ以外にも、マメ科はセンチュウ害の多い作物のひとつです。

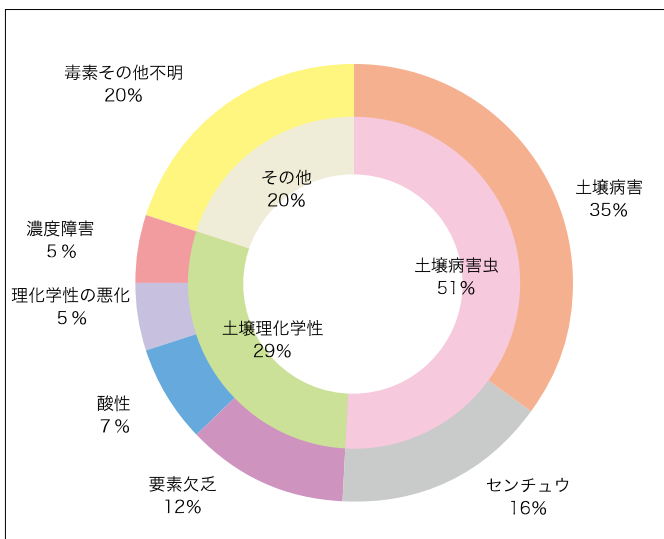


図1 連作障害の原因別調査結果 (農水省技術研究所・2002年)

表1 連作障害の多い作物と主な土壌病害虫名

作物名(多い順)	主な土壌病害虫名
トマト	萎凋病、半身萎凋病、青枯病、ネコブセンチュウ
イチゴ	萎黄病、ネグサレセンチュウ
ナス	半身萎凋病、青枯病
ハクサイ	根こぶ病、萎黄病
キュウリ	萎凋病、つる割病、ネコブセンチュウ
スイカ	急性萎凋症、つる割病
キャベツ	根こぶ病、芯腐病

引用文献：最近における野菜・花きの連作障害の実態、野菜試験場研究資料18号(1984)

連作障害の原因と対策

代表的な連作障害の原因

土壌中の病原菌が増加する

作物は、根からアミノ酸や糖といった物質を分泌し、根の周りに微生物が多くなりやすい環境になります。同じ作物をつくり続けると、特定の物質が分泌されることになり、菌類（糸状菌が多い）、細菌、ウイルスなどの特定の病原体が増加します。これら病原体が土壌に接している作物の根や茎から侵入することで発病するので、土壌病害（土壌伝染性病害）といいます。

土壌中で特定の害虫が土壌を優占化する

代表的なのがセンチュウによる食害です。土壌中には多くのセンチュウが生息していますが、センチュウには悪玉（寄生性センチュウ）と善玉（自活性センチュウ）があり、正常な土壌には善玉が圧倒的に多く生存しています。しかし、同じ作物（特にアブラナ科野菜）をつくり続けるとバランスが崩れ、寄生性センチュウが増えて被害をおよぼすのです。主に根に寄生し、コブを形成する「ネコブセンチュウ」と根を腐らせる「ネグサレセンチュウ」が代表的な害虫です。

有機物が不足し地力の低い圃場では、有用な微生物の

密度が低い場合、連作すると有害な微生物や寄生性センチュウが増加しやすくなります。

土壌中の養分の偏りにより要素の過剰・欠乏が生じる

同じ作物をつくり続けると、施用する肥料や成分量に偏りが出たため、土壌中の養分も偏る状態になります。その結果、土壌の養分過多や栄養不足により作物が生育不良を引き起こします。ハウス栽培での塩類濃度障害は土壌の「養分過多」、アブラナ科作物のホウ素欠乏は土壌の「栄養不足」という代表的な例です。アブラナ科作物は、ほかの作物よりホウ素を多く吸収するため、連作すると欠乏が発生しやすくなります。

土壌の物理性や化学性が悪化する

石灰などの施用による酸度矯正を行わずに栽培し続けると土壌が酸性になったり、排水性など土壌の物理性が悪化して根圏の環境が悪くなり、有用な微生物や自活性センチュウが減少して土壌病害やセンチュウ害を助長することになります。

代表的な連作障害対策

連作障害を回避するために行われている主な対策を紹介します。

栽培方法を工夫する

- ・輪作体系（ブロックローテーション）を導入
- ・抵抗性品種、接ぎ木苗の利用
- ・間作や混作、コンパニオンプランツの導入

土壌中で特定の病原菌や害虫が優占化しないようにする

- ・完熟堆肥など有機物の施用
- ・青刈作物（緑肥作物）の導入

土壌中の養分の偏りや土壌の酸性化を防止する

- ・土壌改良材（土づくり肥料）の施用

土壌消毒で病原菌や害虫を除菌・駆除する

石灰窒素による連作障害対策

石灰窒素で土壌の有用菌を増やし病原菌を減らす

図2に、石灰窒素が土壌微生物相にあたる影響を示します。無施用では、細菌と放線菌の数の経時的な変化がみられませんが、糸状菌は増加しています。一方、石灰窒素を散布した区は、細菌と放線菌は明らかに増加し、糸状菌は減少しています。

一般的には、細菌や放線菌には有用菌が含まれ、糸状菌には病原菌が多く含まれるため、細菌／糸状菌（B/F）値の高いことが健全な土壌の指標のひとつとなっており、石灰窒素の施用は、有用菌の増加など微生物相の改善に

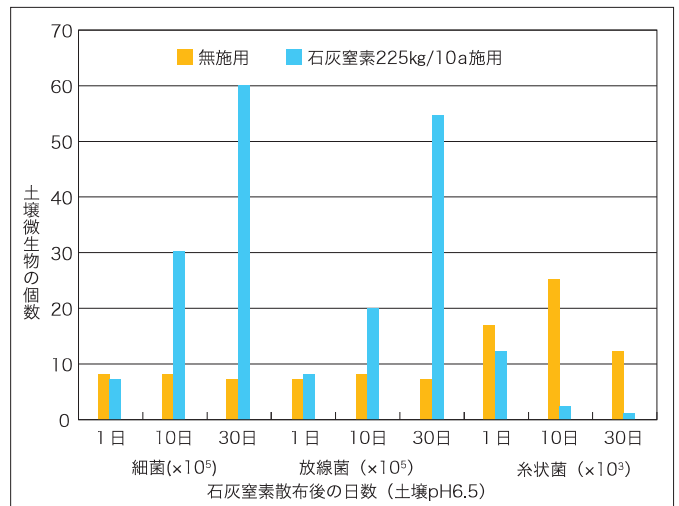


図2 石灰窒素が土壌微生物相にあたる影響 (Soil Science vol.43-2,1937 C.M.HAENSELER AND T.R.MOYER)

役立つことが期待されます。

図3に、難病といわれる萎黄病、萎凋病、つる割病の病原菌であるフザリウム菌に対する石灰窒素の発芽阻止力を示します。石灰窒素を1,000ppm（100kg/10a相当、深さ10cm）添加すると、フザリウム菌の発芽を抑えることが報告されています（松田明：茨城県農業試験場）。

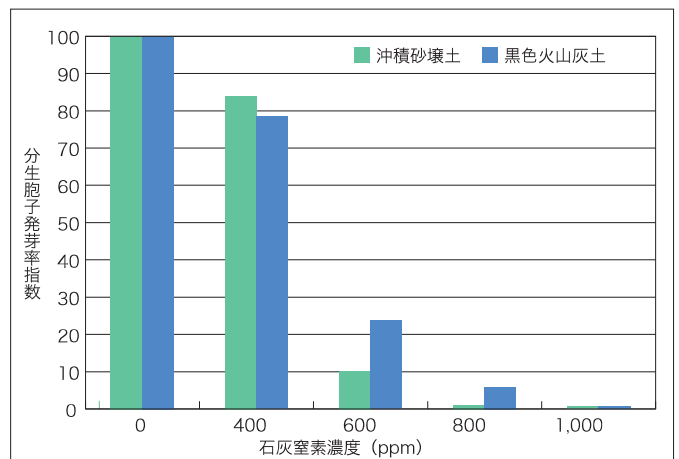


図3 石灰窒素のフザリウム菌 (*Fusarium. Oxysporum* 分生胞子) に対する発芽阻止力

石灰窒素で酸度を矯正し病気抵抗性を高める

フザリウム菌など糸状菌は、酸性土壌を好み、土壌が酸性になると根こぶ病などの病害が発生しやすくなります。石灰窒素は、生石灰とほぼ同等の土壌酸度矯正力を示すので、酸性土壌の改良に役立ちます。カルシウムは、細胞壁を強固にしたり、体内で有機酸など有害物質の中和に関与します。また、病害菌などが体内に入ると細胞質内のカルシウム濃度が高まることから、病気抵抗性に関与するといわれています。

石灰窒素の成分は「窒素」と「石灰」であるため、連用しても硫酸根などによる塩類が集積しません。

石灰窒素で病原菌や害虫を消毒・駆除する

石灰窒素の単独施用による方法

連作障害に関連する代表的な害虫としては、センチュウ類と根こぶ病を引き起こす「寄生性原生動物」が挙げられます。このうち、アブラナ科植物に最も激しい被害をもたらす根こぶ病は、原生動物(Plasmodiophora brassicae Wor.)を病原とする土壤伝染性病害であることが最近明らかとなりました。

表2に、国産石灰窒素の連作障害対策に関わる農薬登録の内容を示します。石灰窒素は、病害虫と接触して防除効果を発揮するので、土壌とよく混和して十分に接触させる必要があります。

次に、石灰窒素によって根こぶ病とネコブセンチュウを防除した試験事例を紹介します。

①根こぶ病に対する防除効果の試験事例(表3)

②ネコブセンチュウに対する防除効果の試験事例(表4)

太陽熱・石灰窒素法(耕種的防除法)

土壌病害虫を原因とする連作障害が激発する圃場では、石灰窒素だけでは限界があります。連作障害を短期間で回避したい場合は、太陽熱・石灰窒素法が役立ちます。太陽熱・石灰窒素法は、石灰窒素に、太陽熱、石灰窒素の有機物腐熟促進による発酵熱、灌水・密閉による土壌還元を組み合わせ、蒸し焼きの状態にして土壌病害虫を死滅させる防除方法で、センチュウ害はもちろん、トマト、ナスの青枯病やトマトの萎凋病など難病害対策にも有効です。

この方法は、持続農業法の「持続性の高い農業生産方式」の化学農薬低減技術として認定されています。

①ハウスを利用した太陽熱・石灰窒素法

作業手順の概要

土壌中に石灰窒素と有機物(稲わらなど)をすき込み、畝を立て、表面をマルチフィルムで覆い、畝間に灌水して、ハウスを密閉し、地温を40~70℃まで上昇させます。

表2 国産石灰窒素の連作障害対策に関わる農薬登録一覧(2020年5月1日現在)

作物名	適用病害虫(雑草)名	使用量(kg/10a)	使用時期	本剤の使用回数	使用方法
はくさいキャベツ	根こぶ病	100~200	は種前又は植付前	1回	散布後土壌混和
野菜類	センチュウ類	50~100	は種前又は植付前		散布後土壌混和

野菜類: 豆類(種実)、豆類(未熟粒)、いも類を含む

表3 はくさいに対する根こぶ病の防除効果

区	6月16日		7月11日		防除価
	発病株率(%)	発病度	発病株率(%)	発病度	
石灰窒素(200kg/10a)	4.5	1.1	56.6	16.4	74.6
無処理	100	55.7	93.8	64.6	—

実施機関: 秋田農林水産技術センター農業試験場(試験場内圃場、発生程度多)[2005年]

備考: 調査株数20株、6月16日と7月11日に発病株率を調査して発病度を算出

防除価=[(無処理区の発病度-試験区の発病度)/無処理区の発病度]×100

品種: YR青春2号、定植: 5月8日

表4 キュウリに対するネコブセンチュウの防除効果

区	地上部重(g/本)	ネコブ指数	防除率(%)	センチュウ頭数(頭/20g土)
石灰窒素(50kg/10a)	925	33.8	42.5	28.5
無処理	741	58.8	—	79.0

実施機関: 鳥取県園芸試験場 弓ヶ浜砂丘地分場(試験場内圃場、発生程度中)[2004年]

備考: 調査株数20株(10株×2区)

9月9日に掘り上げ、地上部重およびネコブ程度を調査

ネコブ指数は、野菜害虫殺虫剤圃場試験法に基づき算出

土壌中のセンチュウ密度はベールマン・ロート法(土壌20g、48時間)で調査

品種: あまい節成地這 定植: 8月19日

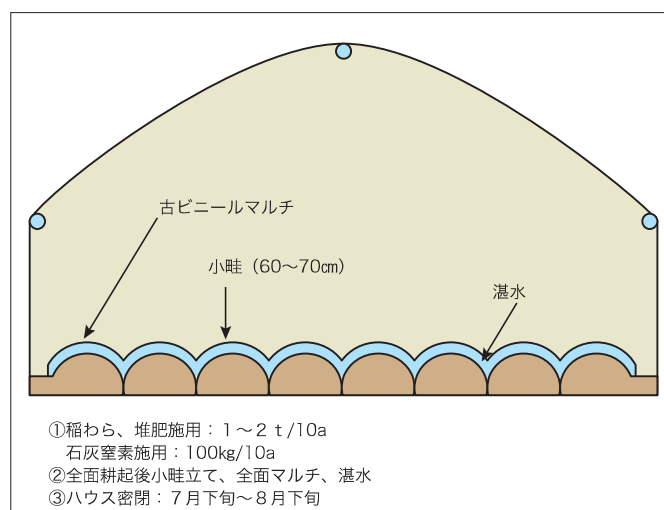


図4 ハウスでの太陽熱・石灰窒素法

- ① 稲わら、堆肥施用: 1~2 t/10a
石灰窒素施用: 100kg/10a
- ② 全面耕起後小畦立て、全面マルチ、灌水
- ③ ハウス密閉: 7月下旬~8月下旬

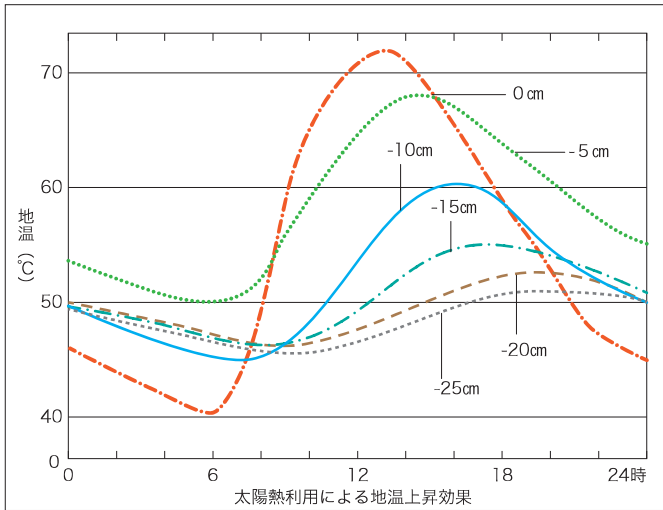


図5 ハウス内での地温の日変化(1975年7月31日)

この期間を20~30日間(換算で40°C約100時間)継続します。この方法は夏季の高温期7~8月に実施するのが最適です。

図4に、太陽熱・石灰窒素法の概念図を、図5に、ハウス内地温の日変化の測定例を示します。

萎黄病に対する試験事例

表5に、イチゴの萎黄病に対する太陽熱・石灰窒素法の効果試験の結果を示します。フザリウム菌数が大幅に減少し発病が抑えられています。

表5 イチゴの萎黄病に対する太陽熱・石灰窒素法の効果試験

区	フザリウム菌数 ($\times 10^3$)	発病株率 (%)
太陽熱・石灰窒素	2.5	0.0
無処理	31.1	31.6

実施機関：愛知県総合農業試験場園芸研究所[1978年]
栽培方法：密閉期間は7月8日~8月10日の33日間、定植は9月29日
処理方法：稲わら1t/10a
石灰窒素100kg/10a 散布→耕うん→作畝→マルチ→湛水→密閉

②ハウスを利用した太陽熱・石灰窒素法の簡便法(事例)

静岡県の生産者(エコファーマー)の事例で、太陽熱・石灰窒素法の簡便法によりコマツナを周年栽培しています。その手順は、夏季に、ハウスで、米ぬか500kg/10a、石灰窒素80kg/10aを施用し、30cmくらいまで深耕した後、30分から1時間程度かん水し、2~3週間くらい密閉します。

マルチを敷かない簡便な方法でも十分に効果が得られており、土壤病害虫が20年間発生せず「石灰窒素が経営に役立っている」と評価されています。

③露地栽培における太陽熱・石灰窒素法

露地栽培における太陽熱・石灰窒素法は、夏場の晴天下で透明フィルムでマルチをするだけで地温が上がる(地

下10cmで40°C以上)ので、石灰窒素と米ぬかなどの有機物を加えて耕起し、かん水した後にマルチをすれば土壤消毒と土づくりができます。露地マルチの場合は、消毒後は土を混和しないようにします。あらかじめ基肥に使う肥料も一緒に加えておき、消毒後はかき混ぜないでマルチの状態に放置し、そのまま植え付けや播種をすると効果的です。

石灰窒素を利用した連作障害対策~まとめ~

連作障害が発生する原因はいくつか考えられますので、対応策も原因によって異なってきます。

代表的な連作障害の原因

- 土壤中の病原菌が増加する
- 土壤中で特定の害虫が土壤を優占化する
- 土壤中の養分の偏りにより要素の過剰・欠乏が生じたり、土壤の物理性や化学性が悪化する

石灰窒素による連作障害対策

石灰窒素で土壤の病原菌や有害センチュウを減らす

石灰窒素の施用によって、土壤の有用菌を増やし、土壤の病原菌や有害(寄生性)センチュウを減らすことができます。また、完熟堆肥をつくる時や青刈作物をすき込む際に石灰窒素を腐熟促進の目的に使うことで、土づくり効果と併せてよりいっそうの効果が期待できます。

石灰窒素で酸度を矯正し根圏の環境を適正にする

酸性を示すなど化学性の悪い土壤や排水性など土壤の物理性が悪い土壤は、根の生育環境が悪くなり土壤病害や有害(寄生性)センチュウの被害を受けやすくなるので、しっかりと「土づくり」を行いましょ。特に、フザリウム菌など糸状菌は酸性土壤を好み、土壤が酸性になると根こぶ病などの病害が発生しやすくなります。しっかりと「土づくり」を行うために、石灰窒素は、農薬効果、酸度矯正効果などの土づくり効果を発揮します。

太陽熱・石灰窒素法で病原菌や害虫を消毒・駆除する

太陽熱・石灰窒素法は、石灰窒素に、太陽熱、石灰窒素の有機物腐熟促進による発酵熱、湛水・密閉による土壤還元を組み合わせた防除方法で、連作障害が激発する圃場や連作障害を短期間で回避したい場合に行います。基本的には夏季のハウスで行いますが、露地栽培にも応用できます。



以上、連作障害の原因と対策、石灰窒素による連作障害対策について紹介しました。連作障害対策に、石灰窒素の利用をご検討ください。