

太陽熱利用土壤消毒とネットトンネルによる キャベツ等アブラナ科野菜の 有機JAS準拠露地栽培マニュアル

有機JAS（有機農産物の日本農林規格）では化学肥料の使用は不可、農薬は安全性の高い所定のもののみ使用可とされています。

キャベツ等アブラナ科野菜の栽培で最大の問題は害虫による被害です。アブラナ科野菜を好んで侵す害虫は数多く、地下ではキスジノミハムシの幼虫、ネキリムシなど、地上ではモンシロチョウ、ヨトウ、ダイコンサルハムシ、コナガ、アブラムシなど枚挙にいとまがありません。また、雑草対策も大きい問題です。有機JASの規準を遵守してアブラナ科野菜を虫害等を受けることなく生産することはなかなか難しいことです。

本マニュアルでは、どなたでも有機JAS規準を守ってアブラナ科野菜を上手に生産できるように解説しています。

本マニュアルの骨子は、太陽熱利用土壤消毒で土中の害虫や雑草の種子を殺した後、作物を播種または定植し、直ちにネットトンネルで被覆することにより地上部害虫を防ぐというものです。太陽熱利用土壤消毒が最も効果が高いのは盛夏期ですので、その後に播種・定植する秋冬作向けのものであります。本マニュアルはキャベツ、ブロッコリー、カリフラワー、カブ、ダイコン、ハクサイ、コマツナ、ミズナ、チンゲンサイ等に適用できます。



国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
近畿中国四国農業研究センター綾部研究拠点
〒623-0035 京都府綾部市上野町上野200
Tel: 0773-42-0109 Fax: 0773-42-7161
<http://www.naro.affrc.go.jp/warc/>
担当：萩森 学

平成28年3月

太陽熱利用土壌消毒

太陽熱利用土壌消毒の目的

1. 土中の雑草の種子を殺し雑草を生えないようにする。
2. 土中にいる害虫の卵、幼虫、さなぎを殺す。
キスジノミハムシ、カブラヤガ（ネキリムシ）、カブラハバチ、ヨトウ類、ハモグリバエ類、センチュウ類（ネコブセンチュウ、根腐れセンチュウ等）
3. 土中の病原菌を殺す。
ナス半身萎凋病、ナス半枯れ病、ホウレンソウ苗立枯れ病、ウリ類つる割れ病、イチゴ萎黄病、ナス科青枯れ病、アブラナ科根こぶ病、等

土の中に潜んでいる害虫



ヨトウ類の蛹



キスジノミハムシの幼虫(左)と蛹(右)



ネキリムシ類



カブラハバチ類の蛹

土づくりと施肥について

- 太陽熱利用土壌消毒をする前に畑の土づくりと施肥をする必要があります。土づくりとして、堆肥を施用して土の団粒構造を豊かにし土を軟らかくして通気性を高めるとともに、石灰質肥料を施用して、作物栽培によって酸性に傾いた土壌を中和します。堆肥としては、10aあたり牛糞堆肥を1.5トンとバーク堆肥1トンを施用すればよいでしょう。石灰質肥料としてはセルカ等の有機石灰を10aあたり100kg程度施用します。
- 施肥については、牛糞堆肥や鶏糞堆肥など有機物のみの施用による場合、窒素（N）、リン酸（ P_2O_5 ）、カリ（ K_2O ）など肥料成分を過不足無く施用することは難しいことです。牛糞堆肥などは窒素含量が低く、また窒素成分は有機物の形で存在しているので、土中で分解が進まないため植物が利用できません。従って堆肥は肥料ではなく土壌改良材と位置付け、肥料は別途、必要量施用するのが適切です。
- 化学肥料を使わずに、有機物のみで各肥料成分を適正量施用したいという要望に応えるため100%有機で窒素、リン酸、カリの含有率が明示された有機配合肥料が各社から市販されています（JA有機アグレット666；朝日工業、オンリーユーキ；多木化学、みんなゆうきペースト；片倉コープアグリ、等）。肥料の施用量は窒素量で決めるのが一般的です。例えば窒素を10a当たり20kg施用したい時、‘JA有機配合アグレット666’を用いるならばこの肥料は窒素成分含有率が6%なので、10aに333kg施用すればよいこととなります。配合肥料には666とか674、551等、3桁の数字が商品名に付いていることが多いのですが、この数字は順に窒素、リン酸、カリの含有%を表しています。674は窒素を6%、リン酸を7%、カリを4%含んでいます。しかし、時々16%、17%、14%と10%を省略している場合もあるので、袋に記載されている成分をよく確認して下さい。
- キャベツ、ハクサイ、ダイコン、カブの基肥と追肥の施用量の目安を下に示します。

作物	基肥			追肥
	窒素	リン酸	カリ	窒素
キャベツ	20kg	16kg	20kg	5kg
ハクサイ	20kg	20kg	20kg	10kg
ダイコン	14kg	15kg	12kg	3kg
カブ	12kg	6kg	10kg	3kg

全て10a（1,000㎡）当たりの施用量です。窒素、リン酸、カリは成分換算値です。

太陽熱利用土壌消毒の手順

1. 堆肥、有機石灰施用、元肥施肥、畝立て（すぐ播種や定植が出来る状態にしておく）。
畝は幅100cm程度とし、キャベツなどを2条植えるのが一般的である。
2. かん水。畝に水をまき、土に十分水を含ませる。
3. ビニルまたは透明マルチをうね全面にかぶせ、風で飛ばぬよう固定する。
土表面との間にすき間の無いようピッタリとかぶせる。
4. 処理の適期：1年中で一番暑い、梅雨明け（7月中、下旬）から8月中、下旬くらいまで。
5. 処理期間：20日から30日間程度処理すればよい。
6. 播種または定植の直前にビニルを除去する。



1. 施肥うね立て



2. かん水



3. 透明マルチ張り



4. 完成

マルチを土袋で押さえている



マルチトンボと紐で固定

太陽熱利用土壌消毒のポイント

1. 施肥うね立ては太陽熱利用土壌消毒の前にしておく。

太陽熱利用土壌消毒の後で耕起すると消毒効果が半減する。

理由 地温の上昇は地中深くなるほど低い。深さ30cm以上では40℃に達しないので病原菌は死滅しない。耕起すると、深いところにあった生きた雑草種子や病原菌を含む土が表面に来て、雑草が生えたり、病原菌が作物の根に接触し病気を引き起こすことになる。

2. 畝に十分に灌水してからビニールをかぶせる。

- 水は熱の媒体として地温の上昇と蓄熱に役立つ。
- 雑草の種子、害虫、病原菌は乾燥状態では熱に強いが、湿潤状態では弱い。
- 植物病原菌やセンチュウは酸素の欠乏した条件では比較的低温で死滅する。

3. 地温は高くなるほど効果が大きい。消毒期間は長いほど効果が大きい。

各温度での病害虫の死滅に要する時間

病害虫の種類	温度(°C)	死滅に必要な時間
イチゴ萎黄病菌	40	8~14日
トマト萎凋病菌	45	6日
キュウリつる割れ病菌	50	2日
ナス半枯れ病菌	55	12時間
ネグサレセンチュウ	35	5日
ネコブセンチュウ	40	12時間
	45	1時間

(小玉1981, 農業技術体系土壌施肥編第5-①巻 畑213頁より)

4. 地温は地中深くなるほど上がらない。

	畝表面	深さ10cm	20cm	30cm
最高温度	75°C	53°C	47°C	39°C
40°C以上の累積時間	479	305	157	0
50°C以上の累積時間	270	26	0	0

太陽熱利用土壌消毒中(露地)の地中各深度の地温の温度推移状況
農研機構近中四農研センター(綾部市)2004年8月3日から9月2日

5. 病原菌は種類により地下の浅いところにいるものと深いところまでいるものがあり、深いところにいるものに対しては太陽熱利用土壌消毒の効果は弱い。

病原菌の地中生息深度

病原菌	高密度で生息する地中深度
麦類立枯れ病菌、白絹病菌	5cm以内
ネギ類黒腐れ病菌	10cm
根こぶ病菌、ピシウム菌、疫病菌	15cm
リゾクトニア菌(苗立枯れ病等)	20cm
フザリウム菌(トウガラシ萎凋病)	30cm
青枯れ病菌、軟腐病菌	35cm

(松田、農業技術体系土壌施肥編第5-①巻 畑133頁より)

太陽熱利用土壌消毒とネットトンネル栽培の効果

左：試験区
太陽熱利用土壌消毒した後、
ネットトンネル栽培

右：対照区
無消毒、ネットなし栽培



キャベツ



試験区は雑草がほとんど生えず、虫害もほとんど無い。
対照区は虫害と雑草が甚だしい。



ダイコン



カブ

太陽熱利用土壌消毒により土中のキスジノミハムシなどの幼虫などの害虫が死滅し、根部の肌が美しく仕上がる。

ネットトンネル栽培

1. 育苗

ダイコンやカブは本圃に直接播種しますが、キャベツやハクサイは別の場所で本葉4~5枚程度まで育苗し、本圃に定植するのが一般的です。

育苗では害虫や病気を防ぐことが大変重要です。育苗中も、0.4mm目合いの防虫ネットで、隙間がないように被覆することを推奨します。育苗中は毎日1回は観察することを心がけ、害虫を発見したら直ちに捕殺する等の対処をして下さい。

2. 播種・定植

播種・定植する直前に太陽熱利用土壌消毒の透明フィルムを取り除きます。太陽熱利用土壌消毒をした畝は表面が固まっている場合があります。その場合は移植ゴテ等で畝の表面を軽くほぐしながら播種・定植して下さい。

苗を定植する時は、健全な苗を選び、害虫や卵が付着していないことを確認し、万が一付いていたら完全に取除いて定植して下さい。

なお、ハクサイは0.4mmネットでトンネル被覆すると、風通しが若干悪くなるためベト病等にかかりやすくなる恐れがあります。これを予防するため、通常より株間をやや広く植え付けることをおすすめします。

3. ネットトンネルの設置

播種・定植の後、直ちに0.4mm目合いの防虫ネットを用いてネットトンネルを設置して下さい。苗を定植すると害虫はすぐに付きます。畝幅が100cmの場合、長さ2.4mの支柱と、幅2.3mの防虫ネットを用いると良いでしょう。

ネットトンネルの設置方法は次ページに記載しています。

ネットトンネル設置のキーポイント

ネットの裾と土の表面の間に隙間の無いようにすることが成功の秘訣です。隙間があると害虫が容易に侵入し効果は半減します。

そのためネットは畝幅に対し十分余裕のある幅のものを用い、ネットをトンネル支柱の上にかぶせた時、両側の裾がそれぞれ10cm程度畝間にはみ出すようにします。そしてはみ出した部分に全面的に土を被せて、虫の這い込む隙間が全くないようにして下さい。

畝間に雑草抑制を兼ねて黒マルチを敷き、このマルチでネットの裾も押さえ込んでしまうのも一法です。

裾を丸太や鉄棒で押さえるとか、マルチトンボで所々地面に突き刺し固定するといった方法は、ネットと土の表面の間に隙間が空き、そこから害虫が容易に侵入するので、ネットトンネルの効果は半減します。

ネットトンネルの設置方法



1 支柱準備(1m間隔)



2 (片側を固定)



3 (反対側を固定)



4 支柱立て完了



5 トンネルネット被覆(0.4mm目合い)



6 ネットの固定(前後に各2ヶ所)



完成: ネットトンネルの裾に土を被せて害虫の侵入を防ぐのが大事なポイント

4. 栽培中の管理作業

- 1) **灌水** 定植後活着するまで数日間は萎れないよう灌水して下さい。ネットの上から噴霧しても水はネットを通過しますので、ネットを取り除く必要はありません。
- 2) **間引き** カブやダイコンは、適切な間隔で2~3粒ずつ蒔き、発芽後間引きします。間引きの際はネットをまくり上げて作業して下さい。作業が終わったら直ちにネットを元に戻し裾に土を被せて下さい。最初から1粒ずつ蒔けば間引きは必要なくなりますが、上手に蒔かないと欠株が多くなる恐れがあります。
- 3) **追肥** 追肥する時はネットをまくり上げ各株の周囲の土表面に肥料をばらまいて下さい。終わったら直ちにネットを元に戻して下さい。追肥用の肥料は、基肥に用いた有機配合肥料を用いると良いでしょう。有機肥料は効果が現れるのが遅いので、化成肥料を用いる場合に比べ1週間から10日程度早めに追肥して下さい。

最初から元肥分と追肥分の合計量の肥料を施用して追肥を省略することも可能です。筆者の試験ではキャベツ、ハクサイ、ダイコン、ブロッコリー、カリフラワーで、追肥した場合と遜色のない収量が得られています。

- 4) **農薬散布** 防虫ネットで被覆していても、ヨトウなどはネットの上に卵を産み付け、孵化した幼虫は非常に微小なのでネットの網目を通過し侵入します。通常、定植後3週間から1ヶ月経つと一部の株の葉に虫喰い穴が目立つようになります。その犯人はほとんどの場合チョウやガの類です。虫喰い穴を発見したら速やかに、ゼンターリ顆粒水和剤等のBt剤（有機JASで認定されている微生物農薬です）を散布して下さい。ネットの上から散布しても、薬液は十分植物体にかかります。万が一アブラムシが発生した場合は、微生物農薬「ゴツツA」散布が有効です。また、病気に感染した場合はZボルドーで蔓延を抑制できます。この3種類の農薬は全て有機JASで認定されており、使用回数の制限はありません。

5. 必要な資材

本マニュアルの実行に必要な資材とその価格の目安を例示します。ここに記載した資材と同等のものが各種市販されており、それらも同様に使用できます。これらはJA、園芸店、ホームセンター等で販売されていますので、購入される際は、お店の方に相談して下さい。

1. 太陽熱利用土壌消毒用のフィルム：無色透明なフィルムが適しています。ハウスに張っていた古ビニールでも結構です。購入される場合は透明なマルチ用フィルムが比較的安価です。厚さ0.05mm、幅135cm、長さ100mのもので2500円程度です（オークラ農ポリFC-50、大倉工業（株）等）。
2. 防虫ネット：各社から販売されています。幅は1m以下から3m程度まで各種あります。0.4mm目合いのネットは、幅2.3m、長さ100mのもので47,000円程度（税抜き）です（サンサンネット、日本ワイドクロス（株）等）。使用後の保管条件が良ければ、10年程度は使用できると考えられます。
3. ネットトンネルの支柱：各社から出ており長さも各種あります。2.4mのもので50本で10,000円程度（ダンポール、宇部エクシモ（株）等）です。使用後保管条件がよければ、10年以上使用できるでしょう。

太陽熱利用土壌消毒＋ネットトンネル栽培の収量と品質

1. キャベツ

品種	処理	平均球重(kg)	平均虫喰い程度	可販球率(%)	可販球の平均球重(kg)
ブレイドール	試験区	1.5	0.17	98	1.5
	対照区	1.0	1.39	40	1.1
金系201号	試験区	1.3	0.04	96	1.3
	対照区	0.9	1.06	40	1.0

2. カブ

品種	処理	葉の虫喰い程度	根部重量(g)	肌の状態	可販株率(%)	A品率(%)
スワン	試験区	0.04	275	0.3	93	76
	対照区	2.00	245	1.3	42	0
京千舞	試験区	0.00	325	0.0	96	99
	対照区	1.95	293	0.8	53	8

3. ダイコン

品種	処理	平均重量(kg)	平均根長(cm)	平均首部直径(cm)	肌の状態の平均値
YRくらま	試験区	2.04	43	8.23	0.18
	対照区	1.29	32	7.34	0.98
役者横丁	試験区	1.98	41	8.30	0.09
	対照区	1.00	29	6.74	0.83

4. ハクサイ

品種	処理	平均球重(kg)	虫喰い程度の平均	可販球率(%)	可販球の平均球重(kg)
大福	試験区	3.7	0.50	84	3.3
	対照区	2.5	1.82	14	1.8
無双	試験区	4.3	0.74	85	3.5
	対照区	3.0	1.62	32	2.4

(2005年8月～11月農研機構近畿中国四国農業研究センター(綾部市)での試験結果)

- 虫喰いの程度が無傷のものを0、少しのものを1、ひどいものを2とした。
- 根部の肌の状態は、無傷を0、少し傷が有るものを1、傷が多く商品性の無いものを2とした。
- キャベツとハクサイは、収穫した球の虫喰いの葉を除去し、虫喰いのない状態まで調製しこれを可販球とした。
- カブは根部の肌の状態が2のものおよび裂根や分岐等の障害のあるものは排除し、それ以外を可販株とした。肌の状態が0のもので葉の虫喰い程度が1以下のものはA品とし、根部の肌の状態が1のものあるいは葉の虫喰い程度が2のものをB品とした。可販株中のA品の割合をA品率とした。

栽培方法 試験区では太陽熱利用土壌消毒を行い、播種・定植後、直ちに0.6mm目合いの防虫ネットでトンネル被覆し、収穫時まで被覆を続けた。対照区は太陽熱利用土壌消毒およびネットトンネル被覆は実施していないが、それ以外は試験区と同じである。

施肥：有機アグレット674を窒素換算20kg/10a，セルカ100kg/10a

太陽熱利用土壌消毒：処理区のみ8月1日から各作物の播種・定植日まで実施。

播種・定植日：キャベツ；8月2日播種9月1日定植，ハクサイ；8月19日播種9月12日定植；ダイコン（直播）；9月1日，カブ（直播）9月16日

畝幅，株間等：畝幅:120cm，二条植え，条間；60cm，株間：カブ；10cm，ダイコン；35cm，キャベツ；40cm，ハクサイ；50cm

追肥：有機アグレット674を窒素換算9kg/10a，10月3日にキャベツ，ハクサイ，ダイコンに施用

農薬散布：ゼンターリ顆粒水和剤を9月16日と10月3日にキャベツ，ハクサイ，ダイコンに散布

収穫日：10月31日：キャベツ（7割），ダイコン，11月9日：キャベツ（残），カブ，11月21日：ハクサイ

太陽熱利用土壌消毒＋ネットトンネル栽培の収量と品質 その2

ブロッコリー、カリフラワー、ロマネスコの基肥一発栽培

品目	品種	苗定植本数	収穫花蕾数	総収量(kg)	平均花蕾重(g)	平均花蕾周(cm)	平均花蕾高さ(cm)	虫喰い花蕾数	A品率(%)	可販率(%)
ブロッコリー	トップギア	31	30	12.3	409	47	14	0	93	97
	ピクセル	33	33	13.4	407	46	14	0	97	97
カリフラワー	スノークラウン	40	39	29.2	750	53	10	0	92	100
ロマネスコ	サンゴ礁	24	24	6.8	296	43	13	0	92	100

(2015年8月～12月農研機構近畿中国四国農業研究センター(綾部市)での試験結果)

収穫した花蕾のうち無傷で品質的に全く問題のないものをA品、取り遅れやアントシアンの発色などやや問題はありますが販売可能と判断されるものをB品、販売不可のものをC品とした。全収穫花蕾数に対するA品数の割合(%)をA品率、全収穫花蕾数に対するA品数とB品数の合計の割合を可販率とした。花蕾周は花蕾を真上から見たときの花蕾の周の長さである。

栽培方法 太陽熱利用土壌消毒を行い、播種・定植後、直ちに0.4mm目合いの防虫ネットでトンネル被覆し、収穫時まで被覆を続けた。

土づくり：バーク堆肥1トン/10a, 牛糞堆肥1.5トン/10a, セルカ100kg/10a

施肥：JA有機アグレット666を窒素換算30kg/10a

太陽熱利用土壌消毒：2015年7月15日から9月1日まで実施。

播種・定植日：8月4日播種9月1日定植

畝幅、株間等：畝幅:100cm, 二条植え, 条間; 40cm, 株間：ブロッコリー; 40cm, カリフラワー; 50cm, ロマネスコ; 30cm

追肥：なし

農薬散布：ゼンターリ顆粒水和剤を10月6日と10月26日にブロッコリー、カリフラワー、ロマネスコに散布

収穫日：ブロッコリー; 11月4日～11月24日, カリフラワー; 11月11日～11月24日

ロマネスコ; 11月24日～12月28日