

殺菌剤の作用機構分類一覧表 2020(FRAC による)

FRAC: Fungicide Resistance Action Committee

免責事項:

国際的なガイドライン／ウェブサイト／出版物／議事録に含まれている技術情報が CropLife International/RAC(薬剤抵抗性対策委員会)の会員、非会員、科学コミュニティおよびより広く一般の方に提供されています。

CropLife International と各薬剤抵抗性対策委員会は、ガイドラインに正確で信頼性の高い情報を提示するためにあらゆる努力を払っていますが、それらの情報の正確性、完全性、有効性、適時性または正しい順序付けの保証をするものではありません。CropLife International および各薬剤抵抗性対策委員会は、それぞれが提供する情報を利用することによって生じる結果について何ら責任を負うものではありませんし、その情報に含まれる誤りまたは省略、事実に基づくまたは科学的な推定、研究または結論の正確性または合理性など何れの内容に関しても責任を負いません。

RACコードリストへの有効成分と製品の掲載は、作用機構の科学的な評価に基づいています。それは特定の製品の使用を推薦したり効果の判断を提供するものではありません。CropLife International および各薬剤抵抗性対策委員会はガイドラインに記載されている情報の使用、参照又は依存から生じるいかなる種類の損害についても責任を負わず、その損害に対する全ての責任を明確に否認します。

CropLife International / 薬剤抵抗性対策委員会が推奨する化学物質クラス又は作用機構のリストに掲載されているからといって、各国でその化合物の使用が認められていると解釈してはなりません。使用に際しては事前に、使用者それぞれがその国における現在の登録状況を確認し、その国で承認された用途や使用方法に厳密に従わなければなりません。

はじめに:

作用機構分類表は、現在上市され主に植物保護用途の殺菌剤(殺バクテリア剤を含む)を作用機構と耐性リスクに従って分類しています。生化学的作用機構に準じて分類していますが、化合物間の交差耐性を同定することに主眼を置いています。

作用機構コード:

植物病原菌の生合成経路における生化学的作用機構に従って、殺菌剤をアルファベット(AからPと数字を使用)で分類しています。グループ分けは、代謝経路別に「核酸合成(A)」から始まり「メラニン生合成(I)」のような二次的代謝で終わります。その後、「宿主植物の抵抗性誘導剤(P)」、「作用機構不明または未確定(U、作用機構や耐性のメカニズムの情報が入手できるまでの一時的な分類)」ならびに「多作用点阻害化合物(M)」を掲載しています。生物由来の殺菌成分は、それぞれの作用経路における主作用機構に従って分類しています。最近になって採用された「複数の作用機構を有する生物農薬/生物由来の農薬(BM)」は、主作用機構が明らかにされていない複数の作用機構が示されている生物由来防除資材について用いられています。

標的部位とコード:

生化学的作用機構が判明している場合にはそれを記載しました。幾つかの例では、正確な標的部位は不明でも、既知の伝達経路や機能的属性の中での分類は可能でした。同一グループ内や他のグループとの関連の中での交差耐性の特性を考慮してグループ分けを行いました。

グループ名:

グループ名は「The Pesticide Manual」等の文献で認められている化学構造の関連性に基づいています。これらは化学構造、作用部位、グループ内で最初の重要な代表物質などに由来します。

化学または生物グループ:

化学構造に基づきグループ分けをし、命名は IUPAC ならびに Chemical Abstract の名称に準じました。生物由来の薬剤は分類学的情報に準拠しました。

一般名:

一般名は BSI/ISO で承認された、あるいは申請中の名称です。一般名は農薬の製品ラベルに有効成分として記載されています。

耐性へのコメント:

耐性機構と耐性リスクについて詳細を示しています。グループ内の 1 化合物が圃場で耐性を示している場合は、必ずしも全てではないが多くの場合グループ内の他の化合物との交差耐性を示すと考えられます。交差耐性の程度はグループ内の化合物と病原菌の種、さらには同一種でも異なることが明らかになりつつあります。特定の病原菌と殺菌剤の耐性と交差耐性の最新の情報については、各国の FRAC 代表者、製品メーカーや植物防疫担当者に問い合わせてください。それぞれの殺菌剤グループの耐性リスクは、FRAC Monograph 1, 2, 3 の原則に従って、「低」、「中」または「高」として推定しています。耐性管理は、殺菌剤固有のリスク、病原菌由来のリスクおよび栽培体系に起因するリスクを考慮して実施されます。(FRAC pathogen risk list 参照)

同様な殺菌剤の分類表は FRAG-UK の代表である T.Locke (Fungicide Resistance, August 2001)と P. Leroux (Classification des fongicides agricoles et résistance, Phytoma, La Défense des Végétaux, No. 554, 43-51, November 2002)によって公表されています。

FRAC コード:

交差耐性の特性に従って、殺菌剤グループを数字と文字で分類しています。製品ラベルにはこの FRAC コードを記載します。数字は、原則、当該殺菌剤が上市された順に割り付けています。文字は「P = 宿主植物の抵抗性誘導剤」、「M = 多作用点阻害剤」、そして「U = 作用機構不明(または未確定)」を、「BM = 複数の作用機構を有する生物農薬/生物由来の農薬」を示します。新たな研究による化合物の再分類でコードが失効することがあります。「U-」とされた殺菌剤グループで作用機構が判明した場合、その「U-」コードは新たなグループに再利用されません。そして、新しいコードに再分類されたことを示す注釈を付け加えます。

最新改訂:2020 年 6 月

次回改訂:2021 年 1 月予定

***免責事項**

FRAC コードリストは FRAC の資産であり、著作権法で保護されています。教育目的で FRAC コードリストを使用する場合は FRAC の許可は不要です。営利目的で使用する場合は事前の書面による許可が必要です。FRAC コードリストへの掲載は有効成分の作用機構の科学的評価に基づきます。このリストは農薬製品の使用や効果に関して何ら推薦や保証をするものではありません。

【農薬工業会 注】● 一般名：

原則 ISO コモンネームを使用しています。農林水産省が別名称を使用している場合にはそれを記載し、ISO コモンネームをカッコ内に併記しました。

FRACコード表日本版(2020年7月)



FRACコード表(1)

作用機構	作用点	グループ名	化学グループ名	有効成分名	農薬名(例)	殺菌剤の耐性リスク備考	FRACコード	
A:核酸合成代謝	RNAポリメラーゼI	PA殺菌剤(フェニルアミド)	アシルアラニン	メタラキシル メタラキシルM	リドミル サブデュマックス	高/複数の耐性菌が発生。	4	
	DNA/RNA 生合成(提案中)	芳香族ヘテロ環	イソキサゾール	ヒドロキシイソキサゾール	タチガレン	耐性菌未発生。	32	
	DNAトポイソメラーゼ タイプ II (ジャイレース)	カルボン酸	カルボン酸	オキシリニック酸	スターナ	不明/耐性菌発生。	31	
B:細胞骨格とモータータンパク質	有糸分裂におけるβ-チューブリン重合	MBC殺菌剤(メチルベンゾイミダゾールカーバメート)	ベンゾイミダゾール	ベノミル	ベンレート	高/広範囲の耐性菌が発生。グループ内で交差耐性がある。N-フェニルカーバメートと負相関交差耐性がある。	1	
		N-フェニルカーバメート	N-フェニルカーバメート	ジエトフェンカルブ	スミブレンド、ゲッター、ブライアの成分	高/耐性菌発生。MBC殺菌剤と負相関交差耐性がある。	10	
		チアゾールカルボキサミド	エチルアミノチアゾールカルボキサミド	エタボキサム	エトフィン	低~中	22	
	細胞分裂(作用点不明)	フェニルウレア	フェニルウレア	ベンシクロン	モンセレン	耐性菌未発生。	20	
	スペクトリン様タンパク質の非局在化	ベンズアミド	ピリジニルメチルベンズアミド	フルオピコリド	ジャストフィット、リライアブルの成分	中/欧州において「ドゥベ」と病の耐性菌が発生。	43	
	アクチン/ミオシン/フィンブリン機能	アрилフェニルケトン	ベンゾイルピリジン	ピリオフェノン	プロバティ	中/耐性うどんこ病菌発生。	50	
C:呼吸	複合体I NADH酸化還元酵素	ピリミジンアミン	ピリミジンアミン	ジフルメトリム	ピリカット	耐性菌未発生。	39	
		ピラゾールカルボキサミド	ピラゾールカルボキサミド	トルフェンピラド	ハチハチ			
	複合体II コハク酸脱水素酵素	SDHI殺菌剤 (コハク酸脱水素酵素阻害剤)	フェニルベンズアミド	フェニルベンズアミド	フルトラニル メプロニル	モンカット バシタック		中~高/複数の耐性菌が発生。
			フェニルオキシエチルチオフェンアミド	フェニルオキシエチルチオフェンアミド	イソフェタミド	ケンジャ		
			ピリジニルエチルベンズアミド	ピリジニルエチルベンズアミド	フルオピラム	オルフィン		
			チアゾールカルボキサミド	チアゾールカルボキサミド	チフルザミド	グレートム		
			ピラゾール-4-カルボキサミド	フルキサピロキサド	セルカティス			
				フラメビル	リンパー			
				インビルフルキサム	カナメ			
				インピラザム	ネクスター			
	ペンフルフェン	エバーゴ						
	ベンチオピラド	アフエット、フルーツセイバー						
	ピリジニルカルボキサミド	ボスカリド	カンタス					
	ピラジニルカルボキサミド	ピラジフルミド	パレード					
複合体III ユビキノール酸化酵素 Qo部位	QoI殺菌剤 (Qo阻害剤)	メトキシアクリレート	メトキシアクリレート	アゾキシストロビン ピコキシストロビン	アミスター メジャー		高/複数の耐性菌が発生。グループ内で交差耐性がある。	
		メトキシアセトアミド	メトキシアセトアミド	マンデストロビン	スクレア			
		メトキシカーバメート	メトキシカーバメート	ピラクストロビン	ナリア、シグナムの成分			
		オキシイミノ酢酸	オキシイミノ酢酸	クレソキシメチル トリフロキシストロビン	ストロビー フリント			
		オキシイミノアセトアミド	オキシイミノアセトアミド	オミノストロビン オリサストロビン	オリブライト、イモチエース 嵐			
		オキサゾリジンジオン	オキサゾリジンジオン	ファモキサドン	ホライズンの成分			
		ジヒドロオキサジニル	ジヒドロオキサジニル	フルオキサストロビン	ディスアーム			
		ベンジルカーバメート	ベンジルカーバメート	ピリベンカルブ	ファンタジスタ			
		テトラゾリノン	テトラゾリノン	メチルテトラブロール	ムケツ			
		複合体III ユビキノ還元酵素 Qi 部位	QiI殺菌剤 (Qi阻害剤)	シアノイミダゾール	シアノイミダゾール	シアゾファミド		ランマン
酸化のリン酸化の脱共役		2,6-ジニトロアニリン	フルアジナム	フロンサイド	低/耐性灰色かび病菌が発生。	29		
複合体III ユビキノ還元酵素Qo部位 スチグマテリン結合サブサイト	QoSI殺菌剤 (QoSI阻害剤)	トリアゾロピリミジンアミン	トリアゾロピリミジンアミン	アムトクラジン	ザンプロ	QoIとは交差しない。耐性リスクは中~高と推測。	45	
D:アミノ酸およびタンパク質生合成	メチオニン生合成(提案中)	AP殺菌剤 (アミノピリミジン)	アミノピリミジン	シプロジニル メバニピリム	ユニックス フルピカ	中/耐性灰色かび病菌と黒星病菌が発生。	9	
	タンパク質生合成(リボソーム 翻訳開始段階)	ヘキソピラノシル抗生物質	ヘキソピラノシル抗生物質	カスガマイシン	カスミン	中/耐性糸状菌、細菌が発生。	24	
		グルコピラノシル抗生物質	グルコピラノシル抗生物質	ストレプトマイシン	アグレプト、ストマイ、ヒトマイシン、マイシン	高/細菌病防除剤。耐性菌が発生。	25	
タンパク質生合成(リボソーム ポリペプチド伸長段階)	テトラサイクリン抗生物質	テトラサイクリン抗生物質	オキシテトラサイクリン	マイコシールド	高/細菌病防除剤。耐性菌が発生。	41		
E:シグナル伝達	浸透圧シグナル伝達におけるMAP・ヒスチジンキナーゼ(os-2, HOG1)	PP殺菌剤 (フェニルピロール)	フェニルピロール	フルジオキシニル	セイビアー	低~中	12	
	浸透圧シグナル伝達におけるMAP・ヒスチジンキナーゼ(os-1, Daf1)	ジカルボキシイミド	ジカルボキシイミド	イプロジオン プロシムドン	ロブラール スミレックス	中~高	2	
F:脂質生合成または輸送/細胞膜の構造または機能	リン脂質生合成、メチルトランスフェラーゼ	ホスホロチオレート	ホスホロチオレート	IBP(イブロベンホス)	キタジンP	低~中/グループ内で交差耐性あり。	6	
	ジチオラン	ジチオラン	ジチオラン	イソプロチオラン	フジワン			
	細胞脂質の過酸化(提案中)	AH殺菌剤(芳香族炭化水素)	芳香族炭化水素	トルクロホスメチル	リゾレックス	低~中/複数の耐性菌が発生。	14	
	細胞膜透過性、脂肪酸(提案中)	カーバメート	カーバメート	プロバモカルブ塩酸塩	プレビクールN	低~中	28	
脂質恒常性および輸送/貯蔵	OSBPI オキシステロール結合タンパク質阻害	ピベリジニルチアゾールイソキサゾール	ピベリジニルチアゾールイソキサゾール	オキサチアピロリン	ゾーベック エンカンティア等の成分	中~高と推測。	49	

記号と一桁の数字による組み合わせで、例えば'M1'に0を挿入して'M 01'のように表記することもあります。

FRAC CODE LISTより、国内で使用されている化学殺菌剤を抜粋しました[最新版はJ FRACホームページ(<http://www.jcpa.or.jp/lab0/jfrac/>)]に掲載。

FRACコード表 (2)

作用機構	作用点	グループ名	化学グループ名	有効成分名	農薬名(例)	耐性リスク備考	FRACコード	
G: 細胞膜のステロール生成	ステロール生成におけるC14位の脱メチル化酵素	DMI殺菌剤 (脱メチル化阻害剤) (SBI: クラス I)	イミダゾール	ピベラジン	トリホリン	サブロール	中/グループ内で耐性差が大きい。複数の病原菌において耐性が発生している。DMI間で交差耐性が発生していると思われるほうがよい。DMIと他のSBIは交差しない。	3
				ピリミジン	フェナリモル	ルビゲン		
				オキシボコナゾールフマル酸塩	オーシャイン			
				ペフラゾエート	ヘルシード			
			トリアゾール	プロクロラズ	スボルタック			
				トリフルミゾール	トリフミン			
				シプロコナゾール	アルト			
				ジフェノコナゾール	スコア			
				フェンブコナゾール	インダー、デビュー			
				ヘキサコナゾール	アンビル			
				イミベンコナゾール	マネージ			
				イブコナゾール	テクリード			
				メコナゾール	リペロ、ワークアップ			
				マイクロプタニル	ラリー			
			プロビコナゾール	チルト				
			シメコナゾール	サンリット、モンガリット				
			テブコナゾール	シルバキュア、オンリーワン				
テトラコナゾール	サルバトール、ホクガード							
ステロール生成のC4位脱メチル化における3-ケト還元酵素	KRI殺菌剤 (ケト還元阻害剤) (SBI: クラスIII)	ヒドロキシアニリド	フェンヘキサミド	バズワード	低~中	17		
			アミノピラゾリノン	フェンピラザミン	ピクシオ			
			チオカーバメート	ピリプチカルブ	エイゲン	耐性菌未発生。	18	
キチン生成酵素	ポリオキシシン	ペプチジルピリミジンヌクレオシド	ポリオキシシン	ポリオキシシン	中	19		
			セルロース生成酵素	CAA殺菌剤 (カルボン酸アミド)	桂皮酸アミド	ジメトモルフ	フェスティバル	低~中/欧州においてブドウと病の耐性菌が発生。グループ内で交差耐性がある。
バリンアミドカーバメート	ベンチアバリカルブイソプロピル	ブロボーズ、ベトファイター等の成分						
マンデル酸アミド	マンジプロバミド	レーバス						
メラニン生成の還元酵素	MBI-R	インベンゾフラン	フスライド	ラブサイド	耐性菌未発生。	16.1		
		ピロキノリノン	ピロキロン	コラトップ				
		トリアゾロベンゾチアゾール	トリシクザール	ビーム				
メラニン生成の脱水酵素	MBI-D	カルボキサミド	ジクロシメット	デラウス	中/耐性菌が発生。	16.2		
		プロピオンアミド	フェノキサニル	アチーフ				
メラニン生成のポリケチド合成酵素	MBI-P	トリフルオロエチルカーバメート	トルプロカルブ	サンプラス、ゴウケツ	耐性菌未発生。細菌と糸状菌に対する宿主植物の抵抗性誘導活性もある。	16.3		
P: 宿主植物の抵抗性誘導	サリチル酸シグナル伝達	ベンゾチアアゾール(BTH)	ベンゾチアアゾール(BTH)	アシベンゾラールS-メチル	アクティガード	耐性菌未発生	P1	
		ベンゾイソチアゾール	ベンゾイソチアゾール	プロベナゾール	オリゼメート	耐性菌未発生	P2	
		チアアゾールカルボキサミド	チアアゾールカルボキサミド	チアジニル	ブイゲット	耐性菌未発生	P3	
		イソチアゾールカルボキサミド	イソチアゾールカルボキサミド	イソチアニル	スタウト、ルーチン	耐性菌未発生		
ホスホナート	ホスホナート	エチルホスホナート	ホセチル	アリエッティ	低/耐性菌報告事例がわずかにある。	P7		
U: 作用機構不明	不明	シアノアセトアミド=オキシム	シアノアセトアミド=オキシム	シモキサニル	カーゼート、プリザード等の成分	低~中	27	
		ベンゼンスルホン酸	ベンゼンスルホン酸	フルスルファミド	ネビジン、ネビリュウ	耐性菌未発生。	36	
		フェニルアセトアミド	フェニルアセトアミド	シフルフェナミド	パンチョ、コナケシ	耐性うどんこ病菌発生。	U6	
		チアゾリジン	シノメチレンチアゾリジン	フルチアニル	ガッテン	耐性うどんこ病菌発生。	U13	
		ピリミジノヒドラソン	ピリミジノヒドラソン	フェリムゾン	ブラシンの成分	耐性菌未発生。	U14	
	複合体III(結合部位不明)	4-キノリル酢酸	4-キノリル酢酸	テブフロキン	トライ	QoIとは交差しない。耐性リスク不明。中と推測。	U16	
	不明	テトラゾリルオキシム	テトラゾリルオキシム	ピカルトラゾクス	ビシロック、ナエファイン	耐性菌未発生。	U17	
不明(トレハラーゼ阻害)	グルコピラノシル抗生物質	グルコピラノシル抗生物質	バリダマイシン	バリダシン	耐性菌未発生。トレハラーゼによる抵抗性誘導提案中。	U18		
未分類	不明	種々	種々	炭酸水素カリウム、炭酸水素ナトリウム、天然物起源	カリグリーン、ハーモメイト	耐性菌未発生。	NC	
M: 多作用点接触活性化化合物	多作用点接触活性化化合物	無機化合物(求電子剤)	無機化合物	銅	Zボルドー、コサイド3000等	有機銅にも適用。	M1	
		無機化合物(求電子剤)	無機化合物	硫黄	サルファー、イオウ等		M2	
		ジチオカーバメート (求電子剤)	ジチオカーバメート	マンゼブ	マンゼブ	ジマンダイセン、ペンコゼブ	全般的に低リスクとみなしている。	M3
				マンネブ	マンネブ	エムダイファー		
				プロビネブ	プロビネブ	アントラコール		
				チウラム	チウラム、チオノック、トレノックス			
				ジラム	ジラム	モバドクター		
		フタルイミド(求電子剤)	フタルイミド	フタルイミド	キャブタン	オーソサイド		M4
		クロロニトリル(フタロニトリル)(作用点不明)	クロロニトリル(フタロニトリル)	クロロニトリル(フタロニトリル)	TPN	ダコニール、バスポート		M5
		ビスグアニジン(細胞膜攪乱剤、界面活性剤)	ビスグアニジン	ビスグアニジン	イミノクタジン酢酸塩	ベフラン		M7
					イミノクタジンアルベシル酸塩	ベルケート		
キノン(アントラキノン)(求電子剤)	キノン(アントラキノン)	キノン(アントラキノン)	ジチアノン	デラン		M9		
キノキサリン(求電子剤)	キノキサリン	キノキサリン	キノキサリン系	モレストン		M10		
マレイミド(求電子剤)	マレイミド	マレイミド	フルオルイミド	ストライド		M11		