

あたらしい 農業技術

No.627

炭酸カルシウム微粉末剤と
ナギナタガヤ草生栽培による
カンキツの殺虫剤削減防除体系

平成 28 年度

要 旨

ハダニ類は薬剤抵抗性が発達しやすい害虫です。このため、農薬以外の防除技術を組み立てた総合的防除体系の確立が急務となっています。県下の温州みかん園ではミカンハダニに対して数種の土着天敵類が知られていますが、他の害虫防除に利用される農薬の影響が懸念されます。そこで、物理的防除資材の天敵類に対する影響を評価し、さらに天敵類の生息場所と期待される植生管理を組み込み、土着天敵類を保護・活用する防除体系を策定しました。

1 技術、情報の内容及び特徴

- (1) 炭酸カルシウム微粉末剤の散布によりチャノキイロアザミウマ用殺虫剤を削減できます。その結果、土着天敵の捕食性甲虫類が発生しやすくなり、ミカンハダニが抑制されます。
- (2) ナギナタガヤ草生栽培は5～6月に地面付近のカブリダニ類を増加させる効果があります。
- (3) その他の害虫の増加が懸念される場合は、天敵類に影響の少ない薬剤により対応が可能です。
- (4) この防除体系に基づいて、県内の温州みかん園2ほ場で現地慣行防除と比較した結果、体系防除区では夏季の殺虫剤使用が現地慣行より2～4剤少なく、捕食性甲虫類が慣行防除区より多く発生しました。その結果、体系防除区のミカンハダニは慣行防除区の43～73%に減少しました。

2 技術、情報の適用効果

- (1) 本技術は、静岡県内の温州みかん園において、夏季の殺虫剤を2～4剤、除草剤を2回程度削減することが可能です。
- (2) 初年度はナギナタガヤ種子代等で防除資材コストが慣行防除より10a当たり年間約1,500円増加しますが、2年目以降は種子量の半減によりコストは10a当たり年間約4,000円、慣行防除より低下します。

3 適用範囲

ミカンハダニの土着天敵類は県内カンキツ園で幅広く発生しているので、本防除体系の適用が期待されます。

4 普及上の留意点

- (1) 冬季または4月にマシン油乳剤を必ず散布し、春のハダニ密度を低下させる必要があります。
- (2) 炭酸カルシウム微粉末剤散布後にミカンハダニが増加する場合があります。土着天敵類の発生によりすぐに抑制されますが、ハダニ密度の推移に注意してください。多発する場合は天敵類に影響の少ない殺ダニ剤(表2)を使用して下さい。

目 次

はじめに	1
1 カンキツ園で働く土着天敵	1
2 土着天敵類に対する農薬の影響	2
3 カンキツ園における土着天敵類を保護・活用する要素技術	3
4 ハダニ類土着天敵類を保護・活用するカンキツ園の防除体系	4
5 ハダニ土着天敵類を維持・活用する技術の体系化実証試験	5
おわりに	7
参考文献	7

はじめに

ハダニ類は薬剤抵抗性が発達しやすい害虫です。カンキツを加害するミカンハダニ（写真1）でも有効な殺ダニ剤が少ない状態であり、農薬以外の防除技術を組み立てた総合的防除体系の確立が急務となっています。

ミカンハダニの土着天敵について、昔から研究されてきましたが、農薬中心の生産ほ場では土着天敵の働きは全く期待できないと考えられてきました。ところが、2000年代後半以降、静岡県内のカンキツ園で土着天敵類が発生していることが分かってきました^{2),5)}。ただ、夏季にはチャノキイロアザミウマを対象とした殺虫剤が使用されるため、土着天敵類が抑制されてしまいます。そこで、ミカンハダニの土着天敵類を保護し、その働きを活用するため、環境にやさしい防除体系を検討しました。



写真1 ミカンハダニ

1 カンキツ園で働く土着天敵

ハダニ類を捕食する天敵類には様々な昆虫やダニ類がありますが、ここでは静岡県内のカンキツ園でミカンハダニを捕食する主な土着天敵類を紹介します。

(1) 捕食性甲虫類

ア ケシハネカクシ類（写真2）

成虫は体長1mm程度の黒い小さな甲虫です。幼虫は黄色のウジムシ様をしています。成虫、幼虫ともに多数のハダニを食べます。成虫はハダニ多発時に園外より飛来し、すぐに幼虫も発生しハダニを抑制します。



写真2 ハダニカブリケシハネカクシ幼虫

イ ダニヒメテントウ類（写真3）

成虫は体長2mmの黒い小さなテントウムシです。幼虫は灰褐色の楕円形をしています。雌成虫は1日に300個のハダニの卵を、幼虫も発育中に1,000個以上の卵を食べます（25℃、ナミハダニの卵）。



写真3 キアシクロヒメテントウ成虫

(2) カブリダニ類

捕食性ダニ類であるカブリダニ類もハダニ類の有望な天敵です。カンキツ園では主に3種が発生しています。雌成虫は胴長0.5mmで白色から橙色をしています。主に葉裏の主脈部に生息し、葉裏を裏返すとすばやく動き出します。また、背面に光沢があるため、葉裏の角度を変えて観察すると光って見えます。うち、ミヤコカブリダニ（写真4）は県内の薬剤防除園で頻繁にみられます。捕食量は前述の捕食性甲虫よりも少ないものの、増殖速度が速く、夏季に急速に増えてハダニを抑制できます。



写真4 ミヤコカブリダニ雌成虫

2 土着天敵類に対する農薬の影響

カンキツ園に発生するミカンハダニの土着天敵類は、害虫防除に利用される殺虫剤や殺ダニ剤の影響を受けます。影響の程度は、天敵の種や薬剤の種類によっても異なります(表1、表2)。

キアシクロヒメテントウは、有機リン系、カーバメイト系および合成ピレスロイド系殺虫剤に極めて大きな影響を受けます。その他の殺虫剤では剤によって影響の程度は異なり、本種の発生時期にも同時に使用できる殺虫剤が確認されています⁴⁾。一方、ミヤコカブリダニは、一部の殺虫剤や殺ダニ剤に大きな影響を受けますが、合成ピレスロイド系、ネオニコチノイド系の殺虫剤にはあまり影響を受けません³⁾。

表1 各種殺虫剤のハダニ天敵に対する影響程度

系統	薬剤名	キアシクロヒメテントウ	ミヤコカブリダニ	
合成ピレスロイド剤	テルスター水和剤	×	○	記号の意味 ◎：影響ない(死亡率≤30%) ○：影響小さい (30%＜死亡率≤70%) △：影響大きい (70%＜死亡率≤95%) ×：影響極めて大きい (95%＜死亡率) －：未確認
	ロディー乳剤	×	○	
	マブリック水和剤 20	×	－	
	アグロスリン乳剤	－	◎	
有機リン剤	スプラサイド乳剤	×	△	
	スミチオン乳剤	－	○	
カーバメイト剤	デナボン水和剤	×	－	
	オリオン水和剤 40	×	△	
ネオニコチノイド剤	アドマイヤーフロアブル	×	○	
	モスピラン水溶剤	×	◎	
	アクタラ顆粒水溶剤	×	◎	
	ダントツ水溶剤	△	◎	
	ベストガード水溶剤	○	－	
	スタークル顆粒水溶剤	○	◎	
IGR	マッチ乳剤	△	◎	
	アプロードフロアブル	○	◎	
	カスケード乳剤	－	◎	
その他	ハチハチ乳剤	×	×	
	コテツフロアブル	◎	○	
	キラップフロアブル	◎	－	
	スピノエースフロアブル	△	△	
	ガンバ水和剤	－	×	

表2 カンキツ園に発生するミヤコカブリダニに対する殺ダニ剤の影響程度

影響しない (死亡率≤30%)	影響小さい (30%＜死亡率≤70%)	影響大きい (70%＜死亡率≤95%)	影響極めて大きい (死亡率<95%)
マシン油 E (100倍)	コロマイト W	マシン油 E (60倍)	バロック F
マシン油 E (150倍)	オマイト W		パノコン E
ダニエモン F	マイトコーネ F		タイタロン F
オサダン W			マイトクリーン F
ニッソラン W			サンマイト W
カネマイト F			ダニカット E

* 農薬名の記号 W：水和剤、E：乳剤、F：フロアブル

* マシン油以外の農薬は、登録上の濃い濃度によって評価した。

3 カンキツ園における土着天敵類を保護・活用する要素技術

(1) 炭酸カルシウム微粉末剤による殺虫剤削減

チャノキイロアザミウマはカンキツ園周辺の樹木類の新芽で増え、カンキツ園に飛来します。慣行防除園では本種の発生ピークに合わせて、6～9月に4～5回の殺虫剤が散布されています。

殺虫剤以外の対策としては、光反射シートマルチによる飛来抑制技術がありますが⁶⁾、樹幹占有面積率60%を超えるほ場では効果が限定されます。そこで、カンキツ樹に粒径45 μ mの炭酸カルシウムを散布して樹全体を白色化する技術(写真5)が確立されました¹⁾。この炭酸カルシウム微粉末剤は農薬として登録され、市販されています(商品名「ホワイトコート」)。

炭酸カルシウム微粉末剤は、25～50倍希釈液を6月上旬と7月下旬の2回散布すれば、6～8月に殺虫剤3～4回散布と同等のチャノキイロアザミウマ被害抑制効果があります(表3)。



写真5 炭酸カルシウム剤を散布した直後の温州ミカン

表3 炭酸カルシウム微粉末剤によるチャノキイロアザミウマ被害抑制効果

ほ場	区	果梗部		果頂部(前期被害)	
		被害果率(%)	被害度	被害果率(%)	被害度
A	炭カル	9.5	2.3	34.6	7.9
	慣行防除	16.1	4.1	48.5	13.1
B	炭カル	1.6	0.3	2.0	0.3
	慣行防除	1.8	0.4	1.6	0.3

* 数値は2014年9月中旬調査の結果

慣行防除区のチャノキイロアザミウマ防除回数: ほ場A: 4回、ほ場B: 3回

(2) ナギナタガヤ草生栽培によるミヤコカブリダニの保護・強化

フランスやブラジルの果樹園では、ミヤコカブリダニが下草のムギクサなどイネ科植物から採集されたと報告されています。そこで、果樹園において抑草効果や土壌流亡防止効果等で普及しているイネ科植物のナギナタガヤをカンキツ園に天敵温存植物として導入し、ミヤコカブリダニ発生に対する効果を検証しました(片山, 未発表)。静岡県西部のカンキツ園で、ナギナタガヤ草生栽培区と裸地区(現地慣行)を設けた結果、4月以降に出穂したナギナタガヤからミヤコカブリダニが捕獲され、草生区のカンキツ上では裸地区よりも約1か月早くミヤコカブリダニが発生しました。これにより草生区のカンキツハダニは裸地区よりも密度が低く推移しました。ミヤコカブリダニはカンキツ園の下草で越冬することが知られるので、ナギナタガヤは本種の越冬場所となり、春先の発生が強化されたと考えられます。

ナギナタガヤの草生栽培⁷⁾を行う場合、開始初年度は播種前の8月に茎葉処理除草剤で除草した後に、9～10月にナギナタガヤの種子10a当たり3kgを播種します。1～2週間後には発芽し、秋には緑のじゅうたん状となり、冬を越します(写真6)。2月下旬から草丈が伸び、4月上旬には50cm程度で出穂を始め、5～6月に倒れて敷き藁状に畑を覆います(写真7)。2年目以降は秋に種子1.5kgを播種します。なお、斜面では倒伏後のナギナタガヤ上は滑りやすいので、注意が必要です。



写真6 1月中旬のナギナタガヤ
樹冠下は越冬生広葉雑草



写真7 5月下旬のナギナタガヤ
倒伏後、敷わら状となる

4 ハダニ類土着天敵類を保護・活用するカンキツ園の防除体系

害虫名・天敵名	3月			4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
カンキツの生育ステージ	休眠期			春芽発生期			開花期			果実肥大期									成熟期											
ナギナタガヤ草生栽培	生育期			出穂期			マルチ化						除草			播種			発芽・生育											
炭酸カルシウム微粉末剤							白			白			白			虫														
チャノキイロアザミウマ				成虫飛来時期			←→			←→			←→			←→														
ミヤコカブリダニ							+			+			+			+			+			+			+					
キアシクロビメントウ							+			+			+			+			+			+			+			+		
ミカンハダニ	油			油									夏ダニ						秋ダニ											
ミカンサビダニ				油			虫			虫			ダ			ダ			ダ			ダ			ダ			ダ		
				春葉における発生			←→			←→			←→			←→			←→			←→			←→			←→		
コナカイガラムシ類	油						虫			虫			虫			虫			虫			虫			虫			虫		
ゴマダラカミキリ							虫			虫			虫			虫			虫			虫			虫			虫		
							成虫発生～産卵			←→			←→			←→			←→			←→			←→			←→		

図1 炭酸カルシウム微粉末剤およびナギナタガヤ草生栽培を主幹とした防除体系の事例



(1) 天敵利用体系のポイント＝春先のマシン油乳剤

冬季から春には、カンキツ樹上でハダニ天敵類を観察することは少なく、その活動が活発化するのは5月以降です。そこで、冬季または4月にマシン油乳剤を必ず防除体系に組み込み、春のハダニ密度を下げる必要があります。なお、冬季のマシン油乳剤散布はカイガラムシ類にも防除効果が期待できます。

(2) カンキツ園における土着天敵類を保護・活用する減殺虫剤防除体系の事例

炭酸カルシウム微粉末剤およびナギナタガヤ草生栽培を主幹とした防除体系を図1に示しました。ミカンハダニおよびチャノキイロアザミウマが主防除対象ですが、ミカンサビダニ、コナカイガラムシ類、ゴマダラカミキリも対象とした防除体系の事例です。

本防除体系により、6～9月にはミヤコカブリダニやダニヒメテントウ類の活動が期待できるのでハダニ防除は必要ありません。また、炭酸カルシウム微粉末剤を2回散布することで、6～8月にチャノキイロアザミウマ用殺虫剤を削減できます。

しかし、ミカンサビダニが発生する場合には、6月のマシン油乳剤、7月の殺虫剤、9月の殺ダニ剤が必要となります。また、コナカイガラムシ類が発生する場合は、6月上旬、8月中旬、9月下旬から10月上旬に殺虫剤が必要となりますが、6月上旬以外は天敵類へ影響が強いためネオニコチノイド系殺虫剤の使用は避けて下さい。なお、6月上旬のネオニコチノイド剤はゴマダラカミキリ成虫に防除効果が高いことから、本防除体系に組み込みました。7～9月に殺虫剤や殺ダニ剤を使用する場合は、表4の土着天敵類に影響の少ない薬剤から選択して下さい。

表4 カンキツ園に発生する土着天敵類に影響の少ない殺虫剤および殺ダニ剤

対象害虫	農薬名
チャノキイロアザミウマ	コテツフロアブル、キラップフロアブル
カイガラムシ類	アブロードフロアブル
ミカンハダニ	ダニエモンフロアブル、オサダン水和剤、カネマイトフロアブル、マイトコーネフロアブル、コロマイト水和剤
ミカンサビダニ	コテツフロアブル、カスケード乳剤、ダニエモンフロアブル、カネマイトフロアブル、マイトコーネフロアブル、コロマイト水和剤

5 ハダニ土着天敵類を維持・活用する技術の体系化実証試験

前述の防除体系による土着天敵類の保護効果を検証するため、静岡県内の現地カンキツ園において、2014～2015年の2年間、2園地で実証試験を実施しました。

草生栽培によるカブリダニ類の保護効果を検証するため、3月中旬から7月上旬まで8回、ナミハダニを接種したインゲンマメの鉢をカンキツ樹冠下に設置したところ、体系防除区のインゲンマメから、カブリダニ類が慣行区に比べて多く採集されました(図2)。特に、5～6月には慣行区に比べ2～60倍のカブリダニ類が体系区で捕獲され、その優占種はミヤコカブリダニでした。

カンキツ樹上のカブリダニ類の発生消長は、2年間の試験ともに区間の差異は認められませんでした(図3)。一方で捕食性昆虫類は体系防除区で慣行防除区よりも確認できた調査日が多く、これによりミカンハダニの最高密度は体系防除区が慣行防除区の43～73%程度に抑制されまし

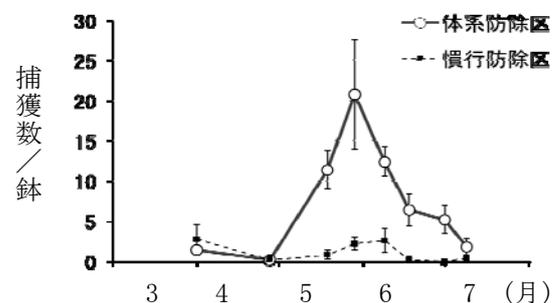


図2 カンキツ園の地面付近におけるカブリダニ類の捕獲消長(2015年)

た。体系防除区では炭酸カルシウム微粉末剤の利用により殺虫剤を削減したため、捕食性昆虫類を保護できたと考えられます。

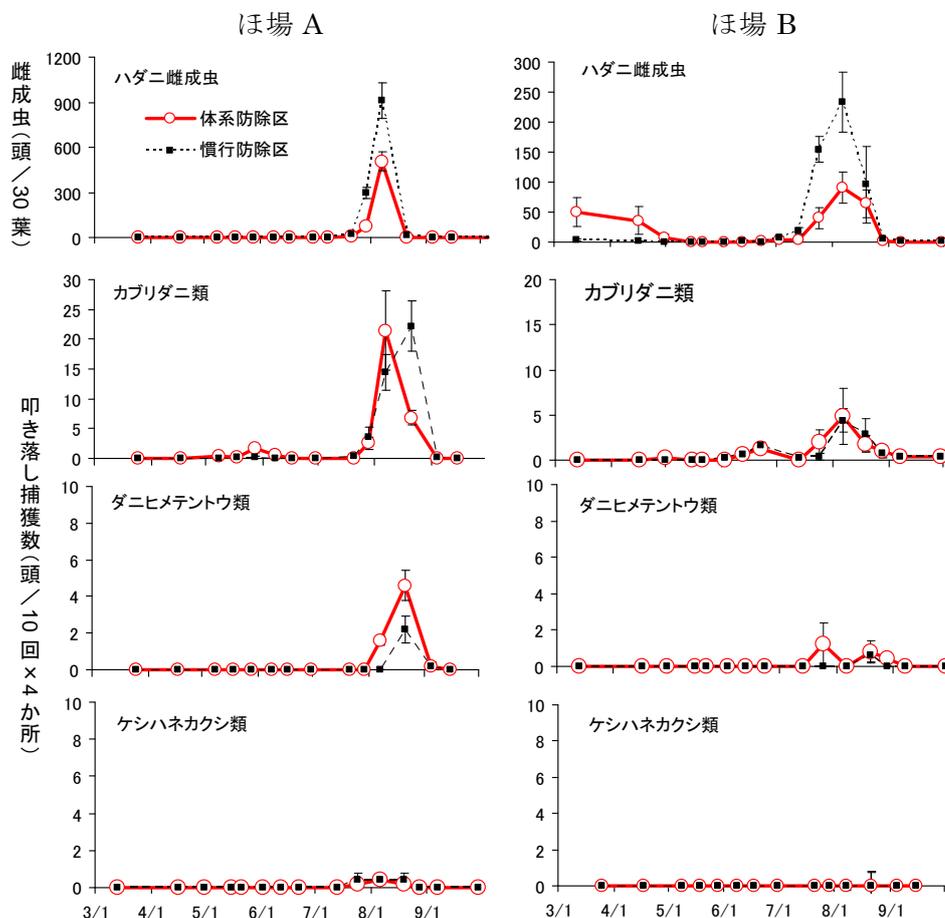


図3 防除体系がミカンハダニおよび天敵類の発生に及ぼす影響（2015年）

ほ場 A は牧之原市内の青島温州園（28a）、ほ場 B は浜松市北区内の興津早生園（30a）で行った試験結果。

表5 チャノキイロアザミウマ防除および地面管理の資材費（単位：円／10a・年）

項目	慣行防除	体系防除	
		1年目	2年目以降
チャノキイロ防除資材費 ^z	14,493	12,228	
地面管理資材費 ^y	8,490	12,200	6,800
合計	22,983	24,428	19,028
（慣行防除との差額）		(1,445)	(-3,955)

^z 慣行防除は殺虫剤4回散布分、体系防除は炭酸カルシウム微粉末剤25倍希釈2回散布分の資材費。散布水量は10a当たり600リットル。

^y 慣行防除は除草剤3回散布分、体系防除は除草剤1回散布にナギナタガヤ種子代（1年目3kg、2年目以降1.5kg）を加えた。

炭酸カルシウム微粉末剤とナギナタガヤ草生栽培の防除体系にかかる資材費用を慣行防除と比較すると、1年目には慣行防除より10a当たり1,445円増加しますが、2年目以降はナギナタガヤ種子量の減少により、3,955円削減できると試算されました(表5)。

おわりに

炭酸カルシウム微粉末剤によるチャノキイロアザミウマ防除効果は、光環境の変化による飛来行動の抑制作用と考えられています。化学合成殺虫剤とは異なる作用機構のため、天敵類に影響が少ないと考えられます。本研究では、チャノキイロアザミウマ防除剤により抑制される捕食性甲虫類が、体系防除区で発生することを確認しました。ただ、その他の天敵類に対する影響は未確認のため、今後の研究が必要なところです。

また、ナギナタガヤ草生栽培により地面付近のカブリダニ類が増加することが確認できましたが、カンキツ樹上への効果は判然としませんでした。ナギナタガヤの枯死以降にカブリダニ類の生息場所となる下草などを加えるなど工夫が必要かもしれません。

参考文献

- 1) 金子修治, 2014. 新しい農業技術 No. 585 温州ミカンにおける炭酸カルシウム微粉末剤を用いたチャノキイロアザミウマ防除. 静岡県経済産業部, 静岡県, 6pp.
- 2) 片山晴喜, 2007. ウンシュウミカン園に発生するミヤコカブリダニによるミカンハダニの密度抑制. 植物防疫, 61, 319-322.
- 3) 片山晴喜・多々良明夫・土井 誠・金子修治・西東 力, 2012. 静岡県のカンキツ園に発生するミヤコカブリダニの薬剤感受性. 関西病虫研報, 54, 187-189.
- 4) 増井伸一, 2010. キアシクロヒメテントウ *Stethorus japonicus* 幼虫に対する各種殺虫剤の影響. 関東東山病虫研報, 57, 129-130.
- 5) 増井伸一・池田雅則, 2003. 静岡県のカンキツ園におけるミカンハダニと捕食性昆虫の発生量の産地間差異. 関西病虫研報, 45, 11-16.
- 6) 土屋雅利・増井伸一・久保山信弘, 1995. ウンシュウミカン園における白色剤散布と光反射リートマルチによるチャノキイロアザミウマの樹内密度の減少. 応動昆, 39, 305-312.
- 7) 山家一徹・杉山泰之・高橋和彦, 2008. 新しい農業技術 No. 510 環境にやさしい柑橘の草生栽培. 静岡県産業部, 静岡県, 8pp.

用語解説

1) 土着天敵

害虫を捕食する昆虫等の天敵のうち、元来、国内に生息している天敵を指す。害虫防除のために海外から導入した天敵「導入天敵」と対象を成す。

2) 光反射シートマルチ

白色の不織布やアルミニウムをコーティングしたフィルム等、光を反射するシートにより、地表を覆う技術。アザミウマ類やアブラムシ類の飛来行動を攪乱して、農作物への寄生を抑制できる。

3) 炭酸カルシウム微粉末剤

本剤は従来の炭酸カルシウム剤（クレフノン等）を粒径 45 μ m 以下に微粒化し、カンキツへの付着性を高めた製剤で、2010 年 12 月に「みかん」の「チャノキイロアザミウマ」に対して農薬登録を取得し（2011 年に「かんきつ」に登録拡大）、商品名「ホワイトコート」として販売されている。なお、温州みかんでは糖酸への悪影響は確認されていない。

4) ナギナタガヤ

イネ科の 1 年草。果樹園の下草として普及している。カンキツ園でナギナタガヤ草生栽培を行った場合、カブリダニ類の保護効果の他に、雑草抑制効果、土壌流亡防止、リン流出軽減、有機物施用効果が期待できる。種子が市販されている。

農林技術研究所果樹研究センター

上席研究員 片山 晴喜（現 農林技術研究所）

上席研究員 増井 伸一

上席研究員 金子 修治（現 大阪府立環境農林水産総合研究所）

発行年月：平成29年3月
編集発行：静岡県経済産業部産業革新局研究開発課

〒420-8601
静岡市葵区追手町9番6号
TEL 054-221-3643

この情報は下記のホームページからご覧になれます。
<http://www.pref.shizuoka.jp/sangyou/sa-130a/>

