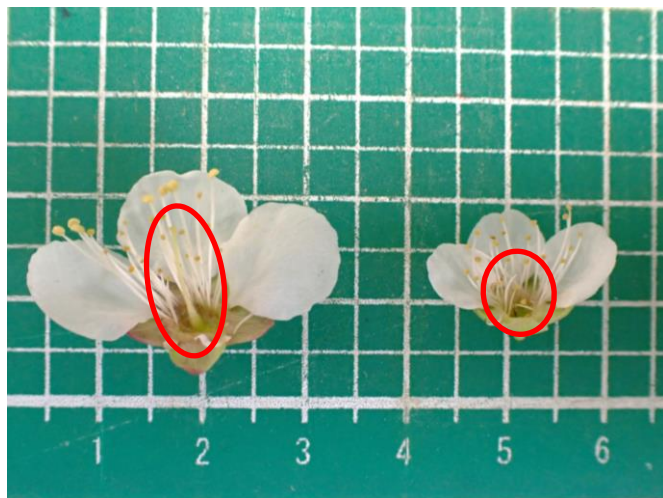


# うめ研究所 成果情報

第15号

令和4年2月発行



開花前の高温条件による不完全花の発生



「星秀」の梅酒



「南高」の褐変障害果



褐変障害果調査の様子

## 目次

- 開花前の高温が着果に及ぼす影響 … 1～2
- 幼木へのかん水量が着果に及ぼす影響 … 3～4
- 「星秀」の加工品特性 … 5～6
- 資材包装された「南高」果実の褐変障害果発生要因 … 7～8
- 「南高」における開花予測プログラムの開発 … 9～11

# 開花前の高温が着果に及ぼす影響

2020年産のウメは例年にない不作となり、他品種との受粉が必要な「南高」だけでなく、本来安定した着果が見込まれる自家和合性品種「NK14」でもその傾向が認められました。2020年のように開花が早い年は不完全花が多いことが過去の研究で報告されており、開花前の高温による早期開花が不作の一因と考えられました。そこで樹体へのビニル被覆により開花前の高温条件を再現し、花器および着果への影響を調査しました。

## ◆開花前の高温が花器および着果に及ぼす影響の検討

2020年11月下旬～2021年2月上旬にかけて「南高」および「NK14」の樹に順次ビニル被覆を行い、満開日、不完全花率、花重、花粉発芽率を調査しました。加えて、「NK14」については着果率および収量も調査しました。



ビニル被覆の様子

## ◆気温上昇による満開日の前進

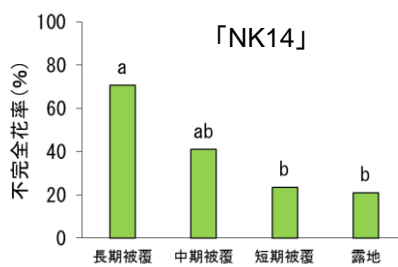
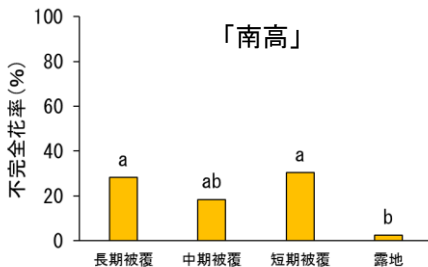
気温差と「南高」満開日

	被覆開始日	露地区との 気温差(°C)	開花	
			満開日	開花日差
長期被覆	2020/11/27	1.4	1月29日	17日
中期被覆	2020/12/25	0.7	1月29日	17日
短期被覆	2021/2/1	1.5	2月10日	5日
露地	—	—	2月15日	—

開花日差は各区の満開日と露地区の満開日の日差

「南高」のビニル被覆期間中の平均気温はいずれの被覆区も露地区より高くなり、満開日は露地区に比べて長期および中期被覆区で17日、短期被覆区で5日早まりました。「NK14」についても同様の傾向となりました(データ省略)。

## ◆早期開花と不完全花率



ビニル被覆が不完全花率に及ぼす影響

アークサイン変換した数値のTukeyの多重比較により、異なる符号間に5%水準で有意差があることを示す(n=3)

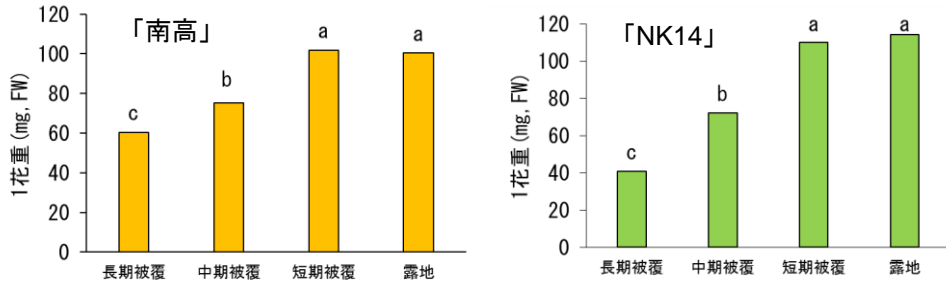


完全花および不完全花の外観

左)露地区の完全花、右)被覆区の不完全花  
完全花:雌しべが雄しべより長いまたは同等  
不完全花:雌しべが雄しべより短いもしくは無い

「南高」の不完全花率は長期被覆区および短期被覆区が露地区より高くなりました。「NK14」については早期に被覆を開始するほど不完全花率が高くなる傾向となりました。

## ◆早期開花と1花重

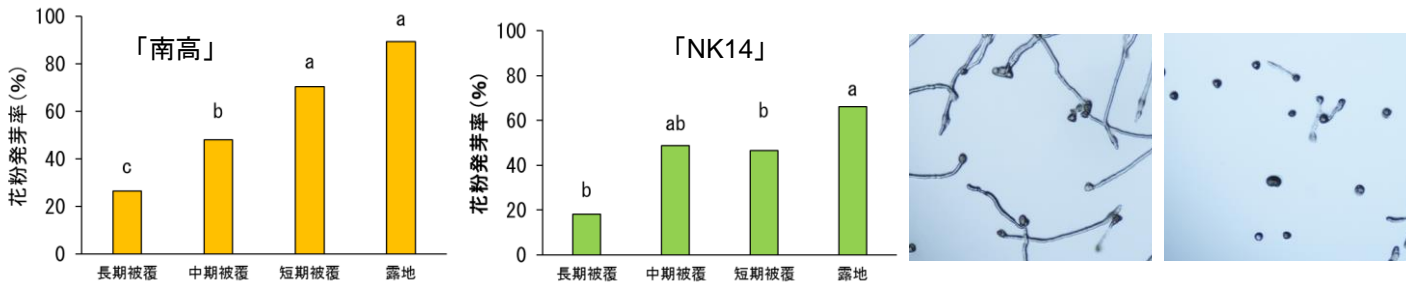


### ビニル被覆が花重に及ぼす影響

Tukeyの多重比較により、異なる符号間に「南高」は5%、「NK14」は1%水準で有意差があることを示す(n=3)

「南高」、「NK14」の花重はいずれも長期および中期被覆区が他の区よりも軽くなりました。

## ◆早期開花と花粉発芽率



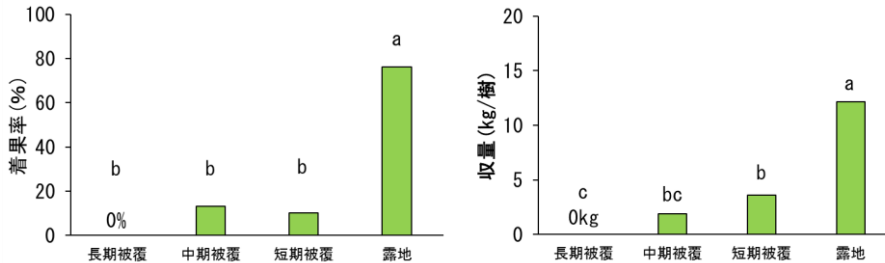
### ビニル被覆が花粉発芽率に及ぼす影響

アークサイン変換した数値のTukeyの多重比較により、異なる符号間に「南高」は1%、「NK14」は5%水準で有意差があることを示す(n=3)

花粉発芽試験の様子  
左) 露地区の花粉粒、右) 被覆区の花粉粒

「南高」の花粉発芽率は早期にビニル被覆を行った区ほど低くなりました。  
一方で、「NK14」は長期および短期被覆区が露地区よりも低くなりました。

## ◆早期開花と着果率および収量



### 「NK14」のビニル被覆が着果率および収量に及ぼす影響

着果率はアークサイン変換した数値のTukeyの多重比較により、異なる符号間に1%水準で有意差があることを示す(n=3)

収量はTukeyの多重比較により、異なる符号間に1%水準で有意差があることを示す(n=3)

「NK14」の着果率および収量はいずれの被覆区でも露地区よりも低くなりました。

### [まとめ]

以上の結果から、「南高」および「NK14」は開花前の高温により花器が充実不良となり、収量の減少が引き起こされることが示唆されました。なお、「NK14」の着果率は全ての被覆区で露地区よりも低下しました。これは不完全花の増加に加えて、花粉の発芽率低下により受粉が抑制されたためと考えられました。

# 幼木へのかん水量が着果に及ぼす影響

産地では老木園が増えており、改植が進んでいます。早期に収益を上げるためには、改植後の早い時期から着果を安定させる必要があります。幼木の生育は成木に比べて土壤水分の影響を大きく受けるため、安定着果のためには適切な水分管理が重要となります。ここでは夏季から翌年の幼果期までのかん水量の違いが花芽生育や着果率に及ぼす影響を調査しました。

## ◆調査方法

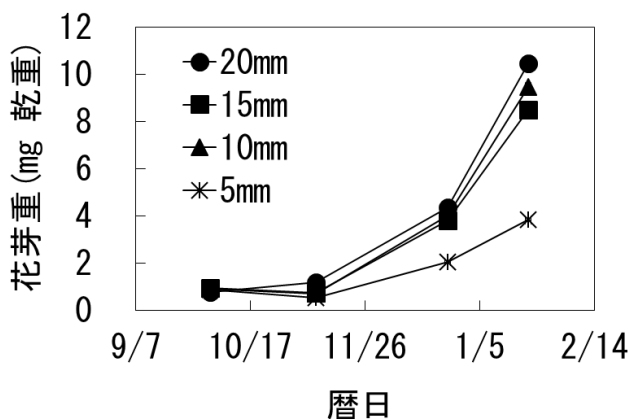
60Lポット植栽の「南高」3年生樹に土壤水分計(pFメーター)を設置し、pF値が2.7(根が吸水できない乾燥状態)を示した時点で、異なる量のかん水を行いました。かん水量は雨量換算値で5、10、15および20mm(それぞれ1、2、3、4L)としました。処理期間は7月中旬(花芽分化開始期)から3月下旬(結実期)とし、花芽生育や着果への影響を調査しました。

## ●樹体生育への影響(10月)



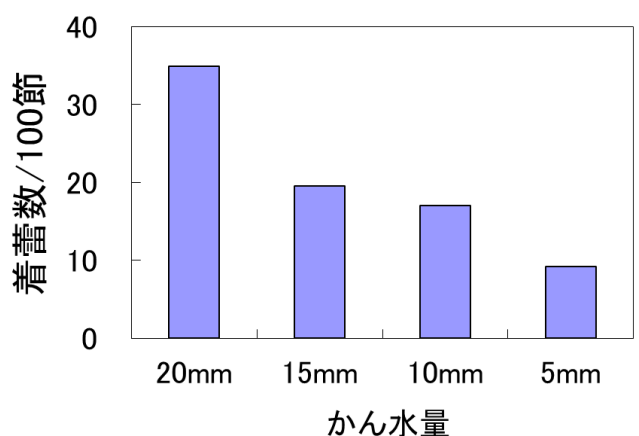
20mmかん水では葉色が濃くしおれが認められませんが、かん水量が少ないほど葉の色が薄くなり、しおれが認められました。また5mmでは落葉が発生しました。

## ●花芽生育への影響



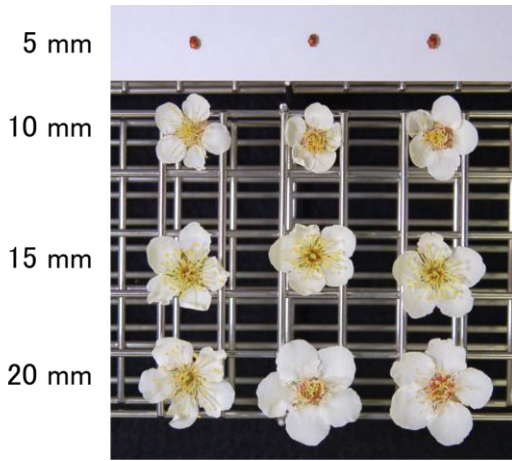
かん水量が少ないほど花芽重が軽くなりました。特に5mmでは生育が大きく抑制されました。

## ●着蕾数への影響



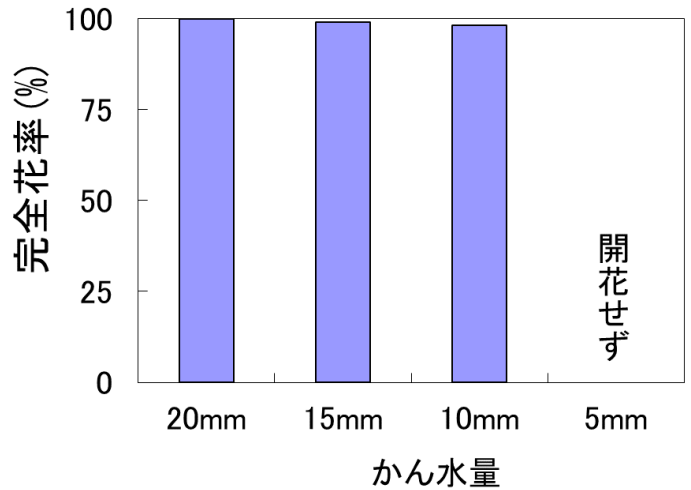
かん水量が少ないほど着蕾数が少なくなりました。原因として水分ストレスによる花芽の分化抑制や落下によるものと考えられます。

●花の生育への影響(2月12日満開期)



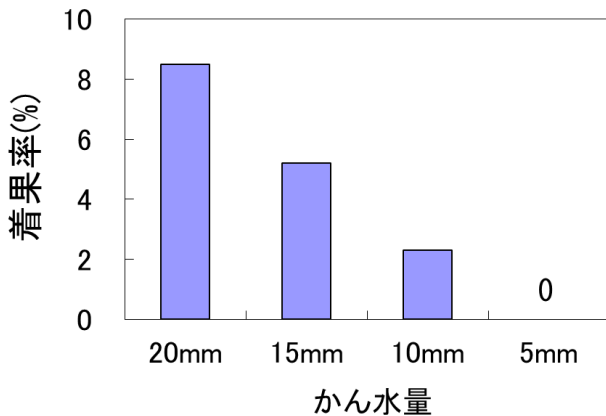
かん水量が少ないほど花が小さくなりました。なお、かん水量5mmでは開花が認められませんでした。

●完全花形成への影響(2月12日満開期)



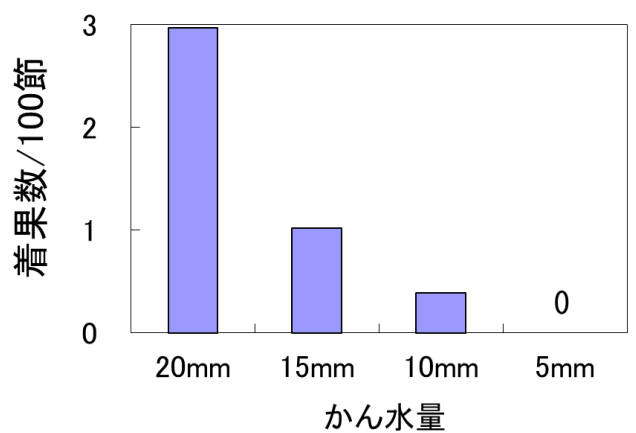
かん水量20~10mmでは、完全花率は98%以上となり、影響は認められませんでした。  
※完全花:雌しべが雄しべより長い花、同等の花

●初期着果率への影響(3月25日)



かん水量が少ないほど着果率が低くなりました。

●初期着果数への影響(3月25日)



かん水量が15mm以下では、着果数は大きく減少しました。

【まとめ】

「南高」の幼木ではかん水量が十分でないと、着花量の減少、花の生育不全、着果率の低下により着果量が減少することが示されました。以上の結果から、幼木期におけるかん水量は20mmが適当と考えられました。なお、乾燥ストレス下では完全花でも受精能力が抑制されることが示唆されました。

# 「星秀」の加工品特性

「星秀」は1999年に「南高」を種子親、「剣先」を花粉親として交配を行い、2021年12月に品種登録された品種です。自家和合性および黒星病抵抗性を有しており、着果の安定や病害防除の労力・コストの削減が期待できます。一方で果実形質はやや楕円形で果頂部が尖り、果皮が黄色を帯びるといった「南高」とは異なる点が見られます。そこで今回は、「星秀」の加工品特性について「南高」および「NK14」の加工品と比較しました。

## ◆「星秀」の梅干し

完熟落下果実に対して果実重量の20%の食塩を加えて約3か月漬け込んだ後、屈折計でBrix33になるまで天日干した白干し梅の品質を調査しました。

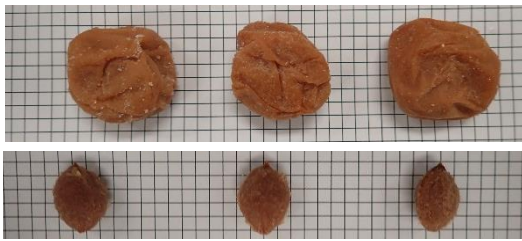
梅干しの品質評価

品種	果皮の色	果皮の軟らかさ	果肉の軟らかさ
星秀	南高並	中～やや軟	中～軟
南高	-	-	-
NK14	南高並	中	中～軟

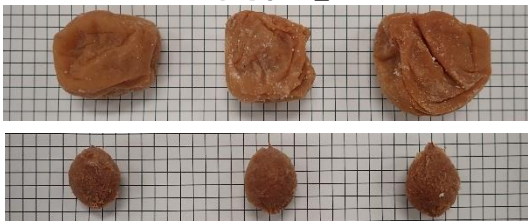


注)いずれの項目も2018～2020年の平均とし、「南高」を基準に評価しました。

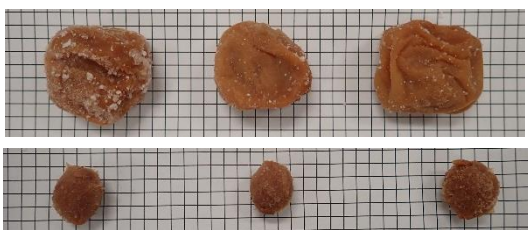
### 「星秀」



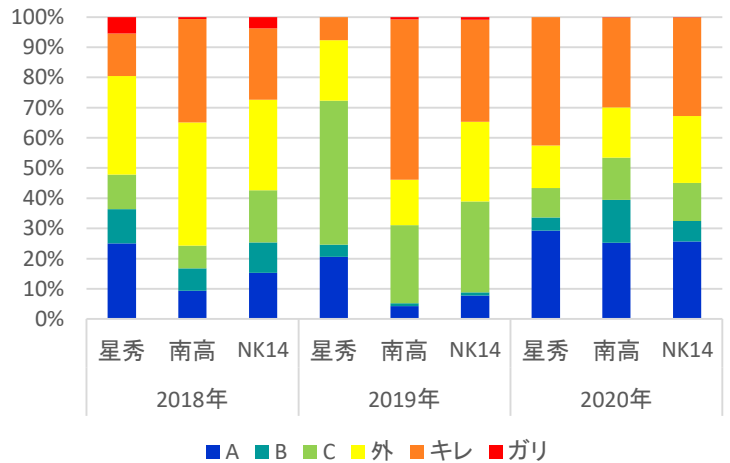
### 「南高」



### 「NK14」



梅干しの外観および種子  
注) 図中のマスは5mm × 5mm



2018～2020年産の梅干しの等級割合

注) 各等級は和歌山県内ウメ産地における白干し梅の出荷基準に準拠

「星秀」は「南高」と比較しておおむね同程度の品質ですが、果皮・果肉がやや軟らかい傾向があります。

核重率は「南高」より小さく、「NK14」より大きくなります。

着果数が多いため果実重は「南高」よりも小さくなりますが、A級率が高い傾向にあります。

## ◆「星秀」の梅酒

青果1kgに対して氷砂糖800g、35%ホワイトリカー1.8Lを加え、約6か月漬け込んだ後、品質を評価しました。

梅酒の品質評価

品種	色	香り	食味	酸度 (%)
星秀	南高並	やや弱～中	中	1.5
南高	-	-	-	1.4
NK14	南高並	弱～中	中	1.7

注)いずれの項目も2018～2020年の平均とし、「南高」を基準に評価しました。

「星秀」は「南高」と比較しておおむね同程度の品質でした。



梅酒の外観

左)「星秀」 中)「南高」 右)「NK14」

## ◆「星秀」の梅ジュース

冷凍した青果1kgに対して800gの氷砂糖を加え、漬け込み品質を評価しました。香り、食味は4倍希釈して評価しました。

梅ジュースの品質評価

品種	色	香り	食味	酸度 (%)
星秀	南高並	中～やや強	中～優	2.6
南高	-	-	-	2.4
NK14	南高並	中	やや劣～中	3.0

注)いずれの項目も2018～2020年の平均とし、「南高」を基準に評価しました。

「星秀」は「南高」と比較しておおむね同程度の品質でした。

### 【まとめ】

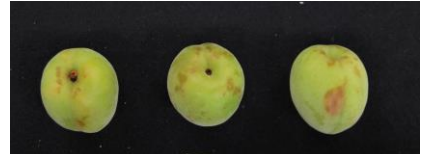
「星秀」の加工品(梅干し、梅酒、梅ジュース)は、「南高」とおおむね同程度の品質になることがわかりました。

# 資材包装された「南高」果実の褐変障害果発生要因

近年、香港・東南アジアに向けたウメ果実の輸出がJA紀南および和歌山県農を中心に取組まれており、輸血量は年々増加してきました。しかし、2018年に香港へ船便で輸出された「南高」において、輸送中および輸送後に果実が褐変する障害が多発したため、2019年より船便での輸送ができず、高コストな航空便での輸送を強いられています。そこで、船便輸出の再開・拡大をめざし、褐変障害果発生の要因解明に取り組みました。

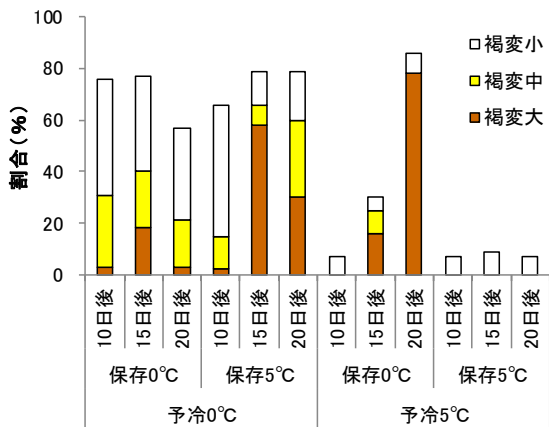
## ◆収穫後の温度条件の違いと褐変障害果発生

船便輸出では、収穫果実を予冷後に鮮度保持資材(オーラパック)で包装したうえで箱詰めし、輸送していました。そこで、同様の方法で、予冷温度、包装後の保存温度を変えて褐変障害果発生に及ぼす影響を調査しました。また、予冷後の包装までの温度上昇、包装後の温度上昇が褐変障害果発生に及ぼす影響も調査しました。



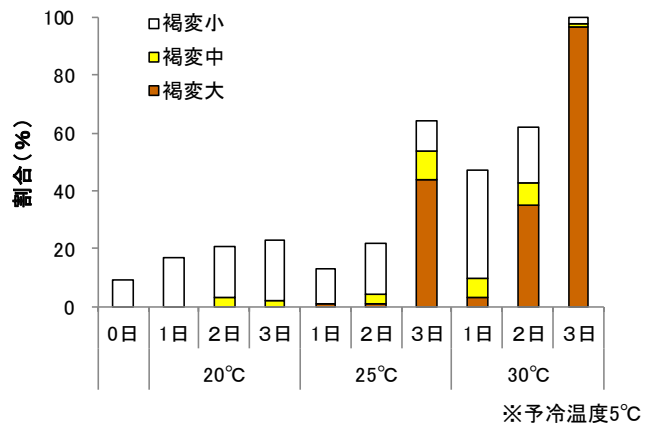
※障害程度を分類し調査  
左より、褐変小、中、大

### ○予冷・保存温度と褐変障害果発生率



予冷温度5°C、保存温度5°Cで低い

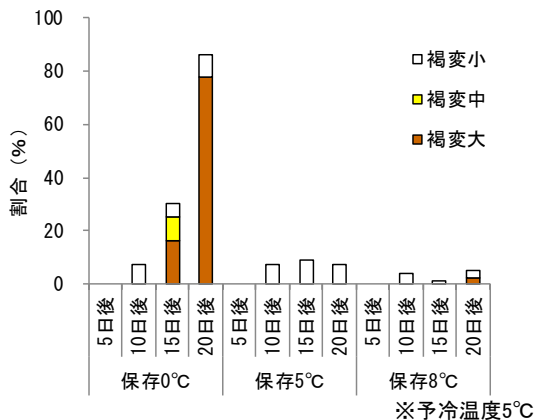
### ○予冷後包装までの温度上昇と褐変障害果発生率



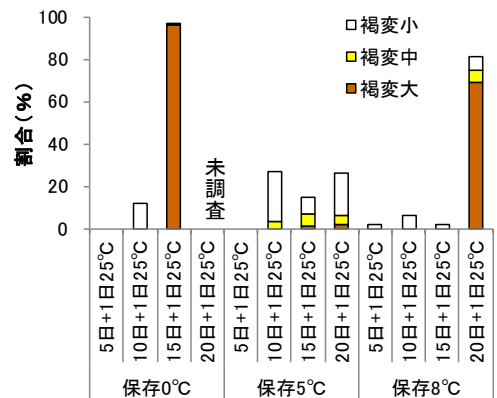
予冷後にさらされる温度が高く、期間が長いほど、低温保存中の褐変障害果発生が多い

### ○保存途中の温度上昇と褐変障害果発生率

【保存終了直後】



【再度包装し1日25°C】

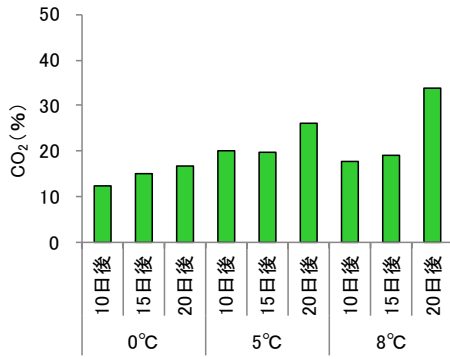


包装状態で1日25°Cにおくと、褐変障害果は増加傾向

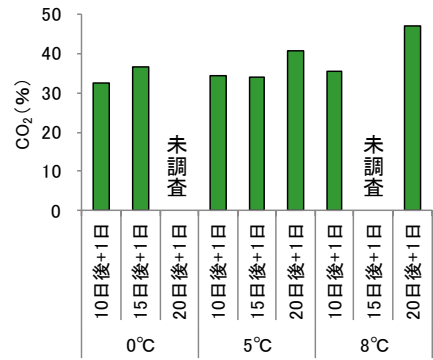


## ○保存途中の温度上昇と包装資材内のCO<sub>2</sub>濃度

【保存終了直後】



【再度包装し1日25°C】

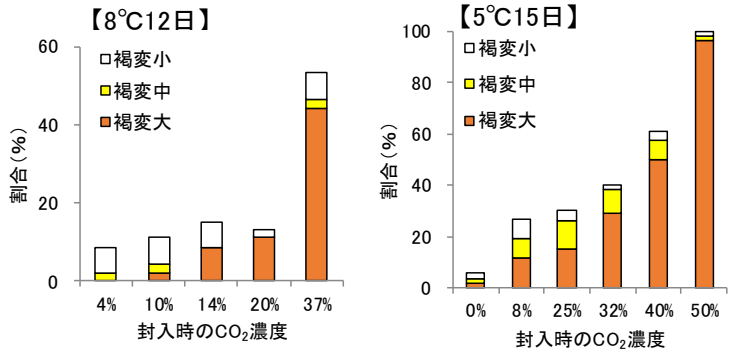


包装状態で1日25°Cにおくと、包装資材内のCO<sub>2</sub>濃度が急増

CO<sub>2</sub>の関与を詳しく調査

## ◆CO<sub>2</sub>濃度の違いと褐変障害果発生

保存開始時のCO<sub>2</sub>濃度を変えて、8°Cまたは5°Cで保存し、褐変障害果発生率を調査しました。

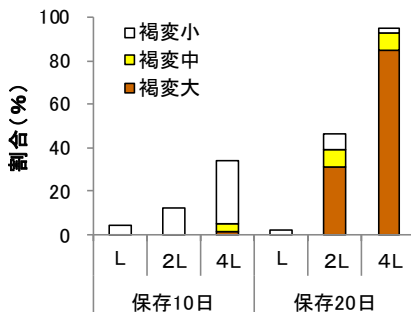


封入時のCO<sub>2</sub>濃度が高いほど高い傾向

## ◆果実の大きさ、熟度の違いと褐変障害果発生

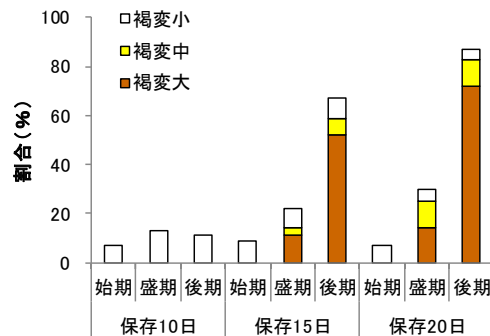
年により褐変障害果発生量が異なったため、果実の大きさや熟度の影響を調査しました(予冷5°C、保存5°C)。

○階級の違いと褐変障害果発生率



大きい果実ほど高い

○熟度の違いと障害果発生率(青果収穫始期、盛期、後期)



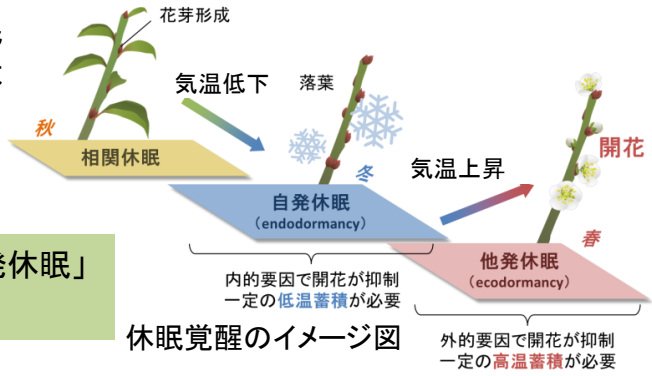
熟度が進んだ果実ほど高い

### 【まとめ】

- ・褐変障害果の発生はCO<sub>2</sub>濃度が高くなるほど増加
- ・従来の鮮度保持資材(オーラパック)で包装した場合、褐変障害果の発生は収穫後の温度条件により影響  
→包装状態では1日の温度上昇で褐変障害果が増加したことから、一貫した低温管理(5°C程度)が重要
- ・果実が大きく、熟度が進むほど褐変障害果の発生が増加

# 「南高」における開花予測プログラムの開発

ウメの花芽は秋から冬にかけて休眠に入ります。休眠は2段階あり、まず深い眠りである「自発休眠」の時期は一定の低温を経験しないと目覚めません。低温を十分経験すると、浅い眠りである「他発休眠」に移り、一定の高温を経験すると花芽の開花に至ります。

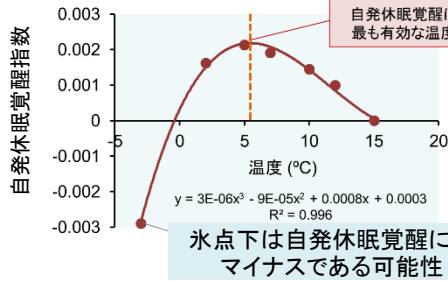
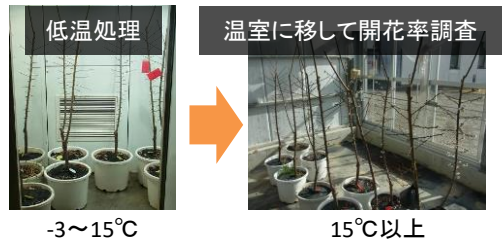


\* 開花期を予測するためには、この「自発休眠」と「他発休眠」の時期における気温の影響を調べる必要があります。

休眠覚醒のイメージ図

外的要因で開花が抑制  
一定の高温蓄積が必要

## ★自発休眠覚醒にどれくらい低温が必要か

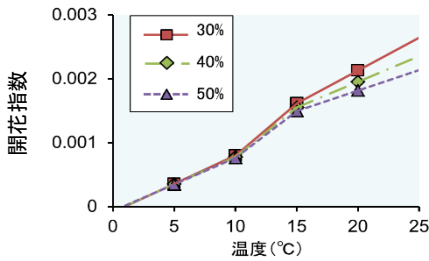


「自発休眠覚醒指数」とは自発休眠覚醒の進み具合のこと。毎時間積算し、1となったときに80%の花芽で自発休眠覚醒すると考えられます(本研究での定義)。例えば5°Cは指数0.0022のため約460時間で積算値1になります。

5°C前後の低温が最も自発休眠覚醒に有効であることが分かりました。

## ★自発休眠覚醒から開花までにどれくらい温度が必要か

人工的に低温処理して自発休眠から覚醒させた苗木を5~20°Cで育成し、開花率の推移を調査



「開花指数」とは自発休眠覚醒した花芽の開花準備の進み具合のこと。自発休眠覚醒後から毎時間積算し、1となったときが予測開花日になります。例えば20°Cは指数0.002のため約500時間で積算値1になります。

気温が高いほど開花が早くなることが分かりました。(5°Cと比べ、10、15、20°Cと気温が上がると約2、3、4倍と開花が早くなります。)

他発休眠期における温度別の開花指数  
※ここでは開花率の設定を30~50%とした場合を表示

## ◆自発休眠覚醒指数および開花指数を用いた開花期予測の実証

開花指数を積算し始める時点		開花指数の積算値が1になるときの開花率 (%)		実証場所および実証年						予測値と実測値の誤差の大きさ
				うめ研究所			生産園地			
				H25-26	H26-27	H27-28	海岸部	中間部	山間部	
自発休眠覚醒指数の積算値0.4	30%	30%	30%	2月4日	2月17日	2月4日	2月4日	2月11日	2月11日	12.51
	40%	40%	40%	-15	-19	-6	-11	-14	0	9.62
	50%	50%	50%	-11	-14	-4	-7	-13	2	8.11
自発休眠覚醒指数の積算値0.5	30%	30%	30%	-9	-12	-2	-6	-11	3	8.11
	40%	40%	40%	-8	0	-1	-5	-3	3	4.24
	50%	50%	50%	-6	1	1	-2	0	4	3.11
自発休眠覚醒指数の積算値0.6	30%	30%	30%	-4	4	4	0	1	8	4.34
	40%	40%	40%	-5	1	15	10	3	6	8.12
	50%	50%	50%	-3	4	16	11	6	9	9.30
				-1	5	18	14	8	11	11.04

開花の定義を開花率40%とし、自発休眠覚醒指数の積算値が0.5の時点から開花指数を積算し始めることで、誤差が最も小さくなりました。

以上の研究結果をもとに、毎日の最高・最低気温から自発休眠覚醒期と開花期を予測するプログラムを開発しました。

# ウメ「南高」開花予測プログラムの入力画面(Excelファイル)

11月		12月		1月		2月		3月						
最高気温	最低気温	最高気温	最低気温	最高気温	最低気温	最高気温	最低気温	最高気温	最低気温					
1	24.6	12.2	1	16.4	5.9	1	7.4	1.0	1	10.9	2.3	1	14.3	4.8
2	23.5	15.3	2	21.6	7.0	2	9.8	1.9	2	10.9	2.3	2	14.3	4.8
3	20.5	11.1	3	16.7	8.0	3	10.6	2.4	3	10.9	2.3	3	14.3	4.8
4	18.0	8.2	4	17.8	6.4	4	13.9	2.2	4	10.9	2.3	4	14.3	4.8
5	24.0	7.0	5	18.1	5.5	5	9.0	3.9	5	10.9	2.3	5	14.3	4.8
6			6	10.7	2.5	6	10.7	2.5	6	10.9	2.3	6	14.3	4.8
7			7	10.7	2.5	7	10.7	2.5	7	10.9	2.3	7	14.3	4.8
8			8	10.7	2.5	8	10.7	2.5	8	10.9	2.3	8	14.3	4.8
9			9	10.7	2.5	9	10.7	2.5	9	10.9	2.3	9	14.3	4.8
10			10	10.7	2.5	10	10.7	2.5	10	10.9	2.3	10	14.3	4.8
11			11	10.4	2.1	11	11.5	2.6	11	11.5	2.6	11	15.4	5.1
12			12	10.4	2.1	12	11.5	2.6	12	11.5	2.6	12	15.4	5.1
13	25.2	12.3	13	14.9	6.2	13	10.4	2.1	13	11.5	2.6	13	15.4	5.1
14	23.1	10.5	14	12.3	5.4	14	10.4	2.1	14	11.5	2.6	14	15.4	5.1
15	25.3	10.9	15	10.0	3.5	15	10.4	2.1	15	11.5	2.6	15	15.4	5.1
16	27.1	13.9	16	8.1	2.7	16	10.4	2.1	16	11.5	2.6	16	15.4	5.1
17	27.3	13.6	17	7.7	1.1	17	10.4	2.1	17	11.5	2.6	17	15.4	5.1
18	28.7	14.5	18	11.7	1.0	18	10.4	2.1	18	11.5	2.6	18	15.4	5.1
19	26.3	15.6	19	11.9	3.1	19	10.4	2.1	19	11.5	2.6	19	15.4	5.1
20	22.6	16.0	20	10.3	2.3	20	10.4	2.1	20	11.5	2.6	20	15.4	5.1
21	20.5	10.2	21	10.7	2.9	21	10.4	2.1	21	13.8	4.1	21	16.4	6.0
22	23.5	9.3	22	15.1	4.2	22	10.4	2.1	22	13.8	4.1	22	16.4	6.0
23	21.2	10.8	23	15.6	3.3	23	10.4	2.1	23	13.8	4.1	23	16.4	6.0
24	22.5	8.1	24	10.0	3.8	24	10.4	2.1	24	13.8	4.1	24	16.4	6.0
25	16.4	8.8	25	12.1	4.0	25	10.4	2.1	25	13.8	4.1	25	16.4	6.0
26	23.8	9.0	26	12.7	2.6	26	10.4	2.1	26	13.8	4.1	26	16.4	6.0
27	21.1	10.4	27	16.6	2.5	27	10.4	2.1	27	13.8	4.1	27	16.4	6.0

11月1日に花芽が自発休眠に入ると仮定して、自発休眠覚醒指数を積算開始

80%自発休眠覚醒  
12月21日  
開花始め(40%開花)  
2月21日

①・②を入力すると、入力日における自発休眠覚醒期と開花始めの時期が予測されます。

## 操作方法

- ①11月1日から入力日までの最高・最低気温を入力
- ②入力日以降は平年値等を入力
- \* 上画面では気象庁の3か月予報で1月～3月が「平年並み」予報であったため平年値を入力しています。

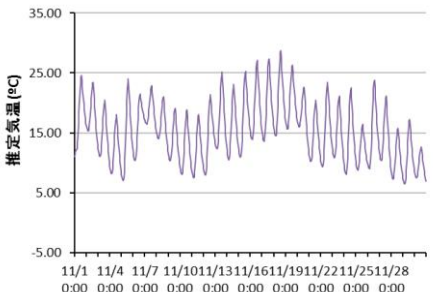
例) 1月6日時点で開花予測をする場合(画面参照)

- ①11月1日～1月5日の最高・最低気温を入力
- ②1月6日以降は平年値等を入力
- ③1月6日時点の予測日が出力

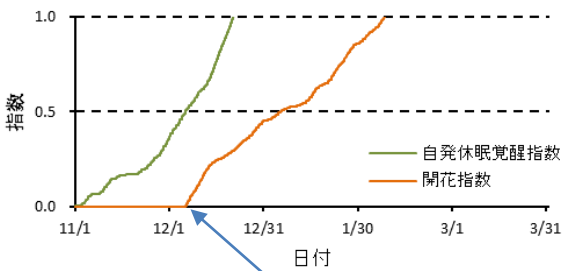
## このように計算しています

①11月1日から入力日までの最高・最低気温を入力。入力日以降は平年値等を入力

②最高気温を14時、最低気温を4時として毎時間の気温を推定



③毎時間の自発休眠覚醒指数と開花指数を積算して、それぞれ1になった時点で80%自発休眠覚醒期、開花始め(40%)とする



開花指数は自発休眠覚醒指数が0.5になってから積算開始

## うめ研究所の過去データとの誤差

南高 基準木	開花期(実測)			プログラムの最終結果(入力日=開花予測日の出力データ)		自発休眠覚醒 から開花盛期 8分まで日数	予測と2分 の誤差	予測と5分 の誤差	予測と8分 の誤差
	開花始2分	開花5分(2分・ 8分の平均)	開花盛8分	80%自発 休眠覚醒期	40%開花期				
H23	2月7日	2月13日	2月20日	12月16日	2月18日	66	11	5	-2
H24	2月27日	3月2日	3月6日	12月19日	3月6日	78	8	4	0
H25	2月2日	2月7日	2月13日	12月8日	2月18日	67	16	11	5
H26	2月4日	2月12日	2月21日	12月9日	2月20日	74	16	8	-1
H27	2月17日	2月20日	2月24日	12月14日	2月28日	72	11	8	4
H28	2月4日	2月8日	2月12日	12月26日	2月8日	48	4	0	-4
H29	2月16日	2月18日	2月21日	12月17日	2月9日	66	-7	-10	-12
H30	2月21日	2月23日	2月26日	12月8日	2月24日	80	3	1	-2
H31	2月5日	2月11日	2月18日	12月24日	2月8日	56	3	-4	-10
R2	1月28日	1月31日	2月3日	12月21日	1月23日	44	-5	-8	-11
R3	2月8日	2月10日	2月12日	12月21日	2月7日	53	-1	-3	-5
平年	2月11日	2月16日	2月21日	12月15日	2月18日	67	-7~+16	-10~+11	-12~+5

- ・うめ研究所内基準木の過去データを用いた開花予測の誤差は「開花5分」との比較で「-10日~+11日」です。
- ・H31~R3は暖冬の影響により、自発休眠覚醒期が遅く、その後開花までの日数が平年より短いことが視覚的に示されています。

・本プログラムを利用されたい方はうめ研究所までお問合せください。

・「南高」以外の県主力品種「古城」「露茜」、授粉用品種「小粒南高」「白王」「NK14」についても同様のプログラム開発に向けて現在試験研究を行っています。

### 注意事項

- ・なお、本プログラムは大まかな開花期を予測するものであり、正確な開花日を当てるものではありません。実際の花芽の状態を確認の上、栽培管理やミツバチ設置の計画にご利用ください。
- ・うめ研究所およびみなべ町現地ほ場で実証試験を行い調整されているため、他の地域では開花予測がズレることがあります。過去の気温データと開花データをお持ちの場合はこのプログラムを用いて、大幅なズレがないか事前にお調べください。
- ・自発休眠覚醒後は気温の影響を受けやすく、開花が急激に早まる/遅くなる場合があります。こまめに更新が必要です。

和歌山県 果樹試験場

うめ研究所

〒645-0021 和歌山県日高郡みなべ町東本庄1416-7

TEL:(0739) 74-3780

FAX:(0739) 74-3790