

## 環境研究総合推進費 終了研究成果報告書

研究区分：革新型研究開発（若手枠）

研究実施期間：2022（令和4）年度～2024（令和6）年度

課題番号：2RF-2201

体系的番号：JPMEERF20222R01

研究課題名：梨の温暖化適地を活用した耕作放棄地削減マップの作成

Project Title : Mapping to Reduce Abandoned Cultivated Land Using Suitable Growth Area in Pear for Global Warming

研究代表者：竹村 圭弘

研究代表機関：鳥取大学

研究分担機関：

キーワード：ナシ、休眠、温暖化、耕作放棄地、適地予測

注：研究機関等は研究実施期間中のものです。また、各機関の名称は本報告書作成時点のものです。

令和7（2025）年11月



環境研究総合推進費  
Environment Research and Technology Development Fund



独立行政法人  
環境再生保全機構  
ERCA Environmental Restoration and Conservation Agency

## 目次

環境研究総合推進費 終了研究成果報告書 .....	1
研究課題情報 .....	3
<基本情報> .....	3
<研究体制> .....	3
<研究経費の実績> .....	4
<研究の全体概要図> .....	5
1. 研究成果 .....	6
1. 1. 研究背景 .....	6
1. 2. 研究目的 .....	6
1. 3. 研究目標 .....	6
1. 4. 研究内容・研究結果 .....	6
1. 4. 1. 研究内容 .....	6
1. 4. 2. 研究結果及び考察 .....	7
1. 5. 研究成果及び自己評価 .....	17
1. 5. 1. 研究成果の学術的意義と環境政策等への貢献 .....	17
1. 5. 2. 研究成果に基づく研究目標の達成状況及び自己評価 .....	17
1. 6. 研究成果発表状況の概要 .....	17
1. 6. 1. 研究成果発表の件数 .....	17
1. 6. 2. 主要な研究成果発表 .....	18
1. 6. 3. 主要な研究成果普及活動 .....	18
1. 7. 國際共同研究等の状況 .....	18
1. 8. 研究者略歴 .....	18
2. 研究成果発表の一覧 .....	19
(1) 産業財産権 .....	19
(2) 論文 .....	19
(3) 著書 .....	19
(4) 口頭発表・ポスター発表 .....	19
(5) 「國民との科学・技術対話」の実施 .....	19
(6) マスメディア等への公表・報道等 .....	19
(7) 研究成果による受賞 .....	19
(8) その他の成果発表 .....	20
権利表示・義務記載 .....	20

Abstract

## 研究課題情報

## &lt;基本情報&gt;

研究区分 :	革新型研究開発（若手枠）
研究実施期間 :	2022（令和4）年度～2024（令和6）年度
研究領域 :	気候変動領域
重点課題 :	【重点課題8】気候変動への適応に係る研究・技術開発 【重点課題9】地球温暖化現象の解明・予測・対策評価
行政ニーズ :	（2-5）地域特性に応じた適応の優先度と限界等を考慮した適応策立案手法の開発
課題番号 :	2RF-2201
体系的番号 :	JPMEERF20222R01
研究課題名 :	梨の温暖化適地を活用した耕作放棄地削減マップの作成
研究代表者 :	竹村 圭弘
研究代表機関 :	鳥取大学
研究分担機関 :	
研究協力機関 :	

注： 研究協力機関は公開の了承があった機関名のみ記載されます。

## &lt;研究体制&gt;

サブテーマ1 「梨の温暖化適地を活用した耕作放棄地削減マップの作成」

<サブテーマリーダー（STL）、研究分担者、及び研究協力者>

役割	機関名	部署名	役職名	氏名	一時参画期間
リーダー	鳥取大学	農学部	准教授	竹村圭弘	
協力者	鳥取大学	農学部		山田由嘉	

注： 研究協力者は公開の了承があった協力者名のみ記載されます。

## &lt;研究経費の実績&gt;

年度	直接経費（円）	間接経費（円）	経費合計（円）	備考（自己充当等）
2022	1,600,000	480,000	2,080,000	2,080,000
2023	1,500,000	450,000	1,950,000	1,950,000
2024	1,500,000	450,000	1,950,000	1,950,000
全期間合計	4,600,000	1,380,000	5,980,000	5,980,000

注： 環境研究総合推進費の規定する研究経費の支援規模を超えた額は自己充当等によるものです。

&lt;研究の全体概要図&gt;

## 梨の温暖化適地を活用した耕作放棄地削減マップの作成

&lt;研究代表機関&gt;

鳥取大学

&lt;研究代表者&gt;

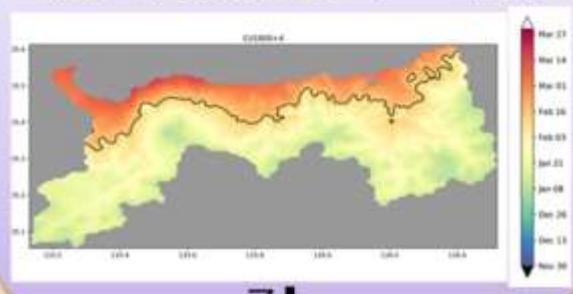
竹村圭弘

&lt;研究課題の目的&gt;

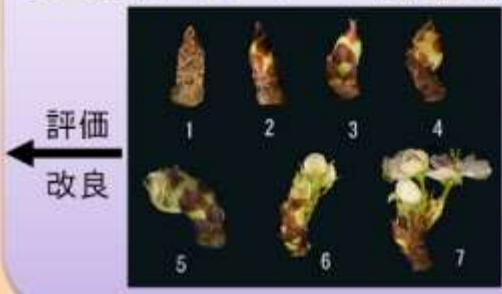
2100年の気温上昇を想定した梨の栽培適地の評価を行い、  
今後の耕作放棄地の活用を提言する「耕作放棄地削減マップを作成」する。

### ＜研究概要＞

#### ①梨の温暖化適地マップの作成



#### ②温暖化適地マップの精度評価と改良

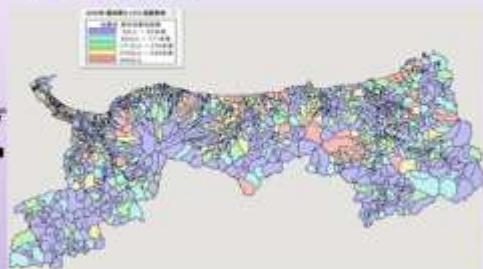


マッピング

#### ③耕作放棄地削減マップの作成



マッピング



## 1. 研究成果

### 1. 1. 研究背景

日本国内における耕作放棄地の多くは中山間地域であり、農業生産条件の不利性がその一因となっている。しかしながら、数種の落葉果樹、特に梨については、今後、標高の高い中山間地域に産地が移行すると想定されている。その要因として、梨の春季における開花不良の多発が挙げられている。

梨の芽は、冬季の低温遭遇により休眠（自発休眠）が終了し開花に至るが、温暖化に伴う暖冬の影響により近年は休眠が未完了となる開花不良が西南暖地の平野部で散見されている。開花不良は、果実の生産量の低下に直結する大きな問題であるため、中山間地域への産地移行が推奨されているが、木を植えてから数十年は同じ場所で栽培を行う果樹類においては、今後の温暖化を想定して産地形成を行うことが重要である。

これまでに研究代表者は、地域適応コンソーシアム事業において「暖冬によるナシ栽培への影響調査」を実施し、中四国地域における梨の将来の栽培適地予測を行ってきた。この事業では、広い地域を1つのモデルで評価しているため、より詳細な適地評価を行うためには各県単位で予測モデルを作成することが重要であると考えられた。

### 1. 2. 研究目的

本研究では2100年の気温上昇を想定した梨の栽培適地の評価を行い、各都道府県の単位で「温暖化適地マップ」を作成する。そのうえで、作成したマップ上に耕作放棄地率の高い地域をマッピングし、今後の耕作放棄地の活用を提言する「耕作放棄地削減マップを作成」するとともに活用された際の経済効果を算出する。

### 1. 3. 研究目標

<全体の研究目標>

研究課題名	梨の温暖化適地を活用した耕作放棄地削減マップの作成
全体目標	日平均気温が1.0°C (RCP2.6)、1.8°C (RCP4.5)、2.2°C (RCP6.0)、3.7°C (RCP8.5) 上昇した際の梨の温暖化適地マップを全国47都道府県ごとに作成する。さらに、栽培適地上に耕作放棄地率の高い地域をマッピングし、耕作放棄地が梨の果樹園として活用された際の経済効果を算出する。

<サブテーマ1の研究目標>

サブテーマ1名	梨の温暖化適地を活用した耕作放棄地削減マップの作成
サブテーマ1実施機関	鳥取大学
サブテーマ1目標	日平均気温が1.0°C (RCP2.6)、1.8°C (RCP4.5)、2.2°C (RCP6.0)、3.7°C (RCP8.5) 上昇した際の梨の温暖化適地マップを全国47都道府県ごとに作成する。さらに、栽培適地上に耕作放棄地率の高い地域をマッピングし、耕作放棄地が梨の果樹園として活用された際の経済効果を算出する。

### 1. 4. 研究内容・研究結果

#### 1. 4. 1. 研究内容

【サブテーマ1】梨の温暖化適地を活用した耕作放棄地削減マップの作成

①梨の温暖化適地マップの作成

メッシュ農業気象データを活用し、1×1 km単位（3次メッシュ）で各都道府県における梨の休眠打破日を判定するメッシュマップを作成した。マップの作成にあたって、以下の（1）と（2）を実施した。

##### （1）低温積算量を換算する式の作成

日平均気温から1日分の低温積算量を計算する換算式を作成するため、都道府県ごとに、以下の1)～4)を実施した（メッシュ農業気象データでは、時別の温度データが活用できないため）。

- 1) 経緯度と標高が異なる基準地を選定した。（5地点/県）
- 2) 各基準地の温度データ（時別気温、日別気温）を抽出した。
  - ・ 30年分 (1990年～2020年)
  - ・ 6ヶ月間 (10/1～3/31)
- 3) 時別気温を温度係数表（表1）に当てはめ、1日分の低温積算量を算出した。
- 4) 日平均気温と1日分の低温積算量の散布図をもとに近似式を算出し、低温積算量の換算式とした。

#### (2) 梨の休眠打破日を判定するメッシュマップの作成

それぞれの梨品種の休眠打破に必要な低温積算量（Chill Unit：以下CU）を参考（表2）にし、CU1000、1200、1400、1600および1800の品種の休眠打破日を評価した。その際、各RCPシナリオの2081～2100年の上昇気温を想定し、平年値の気温+1.0°C (RCP2.6)、+1.8°C (RCP4.5)、+2.2°C (RCP6.0)、+3.7°C (RCP8.5) の各メッシュマップを都道府県ごとに作成した。作成したマップについては、休眠打破日が3月1日以降になる地域を梨の発芽不良発生が危惧されるエリア（以下、「発芽不良発生エリア」）と想定し白色で示した。

表1 低温積算量の算出のための温度係数

温度 (°C)	温度係数
< 8.0	1.0
8.1 ~ 10.0	0.8
10.1 ~ 12.0	0.6
12.1 ~ 14.0	0.2
14.1 ~ 16.0	0.0
16.1 ~ 18.0	-0.4
18.1 ~ 20.0	-0.8
20.1 <	-1.0

表2 各品種の休眠打破に必要な低温積算量

低温積算量 (CU)	品種名
1000	あきづき, 秋栄, 新甘泉, 夏そよか, 豊水
1200	秋甘泉, 幸水, 夏さやか, 夏しづく, なつひめ
1400	ゴールド二十世紀, 新高, 二十世紀
1600	新星, 翠星, 長寿, 八達, にっこり
1800	王秋, 新水, 新雪

#### ②温暖化適地マップの精度評価と改良

経緯度が異なる3地域（青森県（新潟県から変更）、鳥取県、熊本県）における梨の休眠打破期の観察を行った。2023年の1～2月にかけて3地域から枝を定期的に採取し、水挿し加温処理（20°Cで3週間）後の芽の開花状況を評価した。図1の芽の生育ステージ（休眠：ステージ1～3、萌芽：ステージ4～7）を参考に、調査対象の25個の芽の半分以上が図1の生育ステージ4に達した日を休眠打破日として判定した。判定結果と①で作成したマップの休眠打破日との差を検証し、マップの精度を評価した。

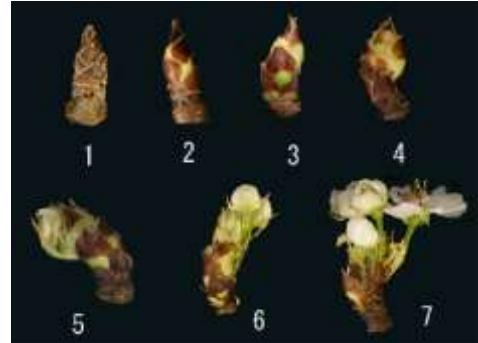


図1 梨の芽の生育ステージ

#### ③耕作放棄地削減マップの作成

農林業センサスから農業集落データを抽出した。その後、QGISソフトウェアを用い、(2)で作成したメッシュマップの栽培適地上に農業集落データをマッピングした。さらに、マッピングされた耕作放棄地面積を算出し、それらの土地で梨の果樹園として0.1%が活用された場合の経済効果を算出した。

### 1. 4. 2. 研究結果及び考察

#### 【サブテーマ1】梨の温暖化適地を活用した耕作放棄地削減マップの作成

##### ①梨の温暖化適地マップの作成

###### (1) 低温積算量を換算する式の作成

経緯度と標高が異なる基準地として各都道府県（北海道については、14ブロックに分けた）の5地点を選定した。全基準地におけるデータとして、日別データ：1,629,464および時別データ：39,107,136を活用し、47都道府県の換算式を完成させた。各地域の低温積算量と日平均気温の散布図から得られた近似曲線をメッシュマップ作成に用いる換算式とした。

## (2) 梨の休眠打破日を判定するメッシュマップの作成

完成した換算式を用い、46都道府県（沖縄県は既に梨の栽培不適地であるため除外）における各品種（CU1000、1200、1400、1600および1800）のマップを作成した。それぞれの県および品種について、気温上昇を想定した各5マップ（平年値+1.0°C (RCP2.6)、+1.8°C (RCP4.5)、+2.2°C (RCP6.0)、+3.7°C (RCP8.5)（平年値を含む））を完成させた。これらの結果、当初の予定通り、1,150の全マップを作成することが出来た。

作成したマップをもとに、休眠打破日が3月1日以降になる地域を梨の発芽不良発生が危惧されるエリア（以下、「発芽不良発生エリア」）として想定し白色で示した（図2）。本報告書では、梨の発芽不良が多発している西南暖地と梨の生産量が多い都道府県に焦点をあて、完成したマップをもとに温暖化進行後の発芽不良発生エリアの割合を評価した。その結果、梨の栽培が行われている最南端の鹿児島県では、低温要求量の少ない‘豊水’などのCU1000の品種でも、県内の11.2%が発芽不良発生エリアになると評価された（図3：CU1000（平年値））。さらに、気温上昇を想定した平年値+3.7°Cの条件では、そのエリアが80.6%に上昇すると考えられた（図3：CU1000（平年値+3.7°C））。次に、九州地方で梨の生産量が最も多い熊本県についての評価を行った。その結果、低温要求量の少ない‘豊水’などのCU1000の品種については、平年値の条件下では発芽不良エリアが確認されなかった（図4：CU1000（平年値））。一方、気温上昇を想定した平年値+3.7°Cの条件では、県内の35.4%が発芽不良発生エリアになると評価された（図4：CU1000（平年値+3.7°C））。また、四国地方については、比較的、低温要求量の多い‘新高’の産地である高知県についての評価を行った。その結果、‘新高’などのCU1400の品種については、平年値の条件下では発芽不良エリアが確認されなかったが、気温上昇を想定した平年値+3.7°Cの条件では、そのエリアが34.9%に上昇すると考えられた（図5：CU1400（平年値・平年値+3.7°C））。

梨の生産量が最も多い千葉県については、CU1000、1400、1800のいずれの品種も平年値の条件下では発芽不良発生地域が確認されなかった（図6、CU1000、1400、1800（平年値））。一方、気温上昇を想定した平年値+3.7°Cの条件下では、それぞれ22.4%、59.0%、99.0%と発芽不良発生エリアが著しく増加した（図6、CU1000、1400、1800（平年値+3.7°C））。千葉県の次に生産量の多い茨城県についても同様の評価を行った結果、CU1000、1400、1800のいずれの品種も平年値の条件下では発芽不良発生地域が確認されなかった（図7、CU1000、1400、1800（平年値））。一方、平年値+3.7°Cの条件下では、それぞれ2.9%、9.9%、64.4%と増加した（図7、CU1000、1400、1800（平年値+3.7°C））。茨城県の次に生産量の多い栃木県におけるCU1000、1400、1800の発芽不良発生エリアは、平年値ではいずれも0%であった（図8、CU1000、1400、1800（平年値））。さらに、平年値+3.7°Cの条件下でも、同県においては発芽不良発生エリアが確認されなかった（図8、CU1000、1400、1800（平年値+3.7°C））。

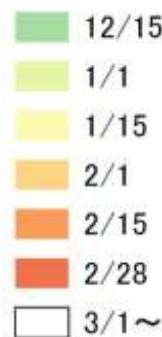


図2 作成したメッシュマップのカラーバー

（以下に記載している全てのメッシュマップの色は、これを基準として梨の休眠打破（終了）日を示す）  
（休眠打破日が3月1日以降になる地域は、発芽不良が危惧される地域として白色で示す）

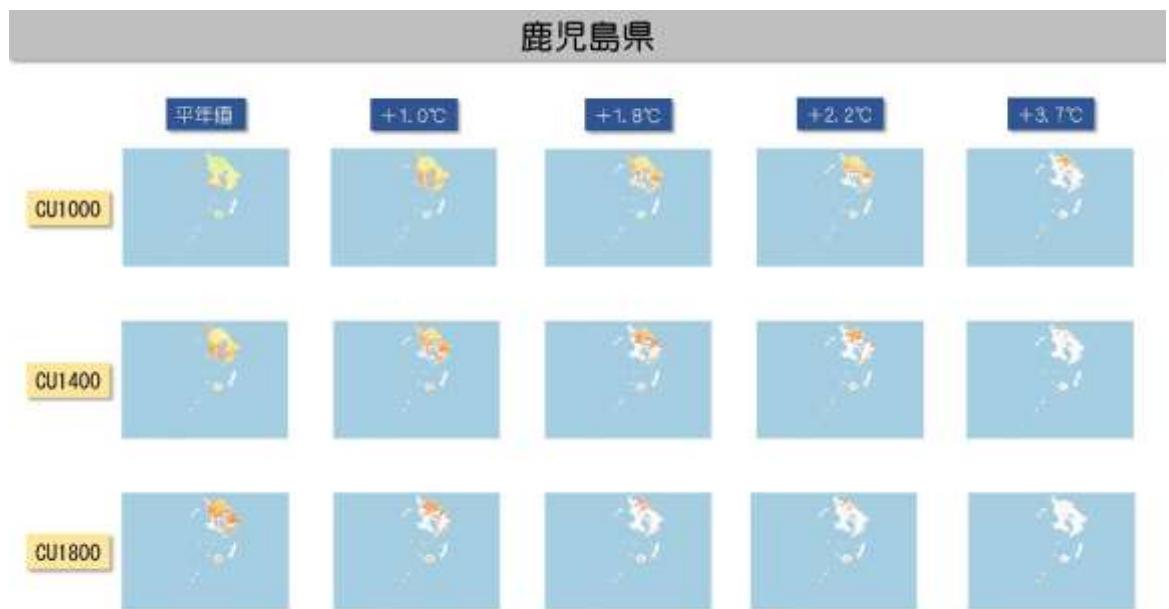


図3 鹿児島県におけるCU1000、1400、および1800の梨品種の休眠打破日の判定

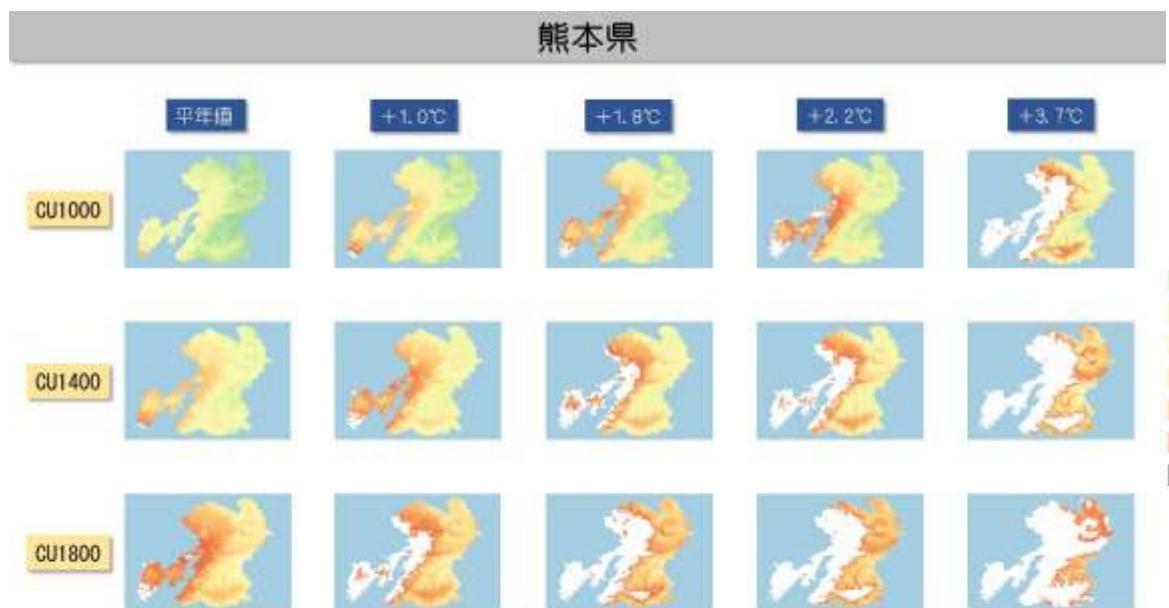


図4 熊本県におけるCU1000、1400、および1800の梨品種の休眠打破日の判定

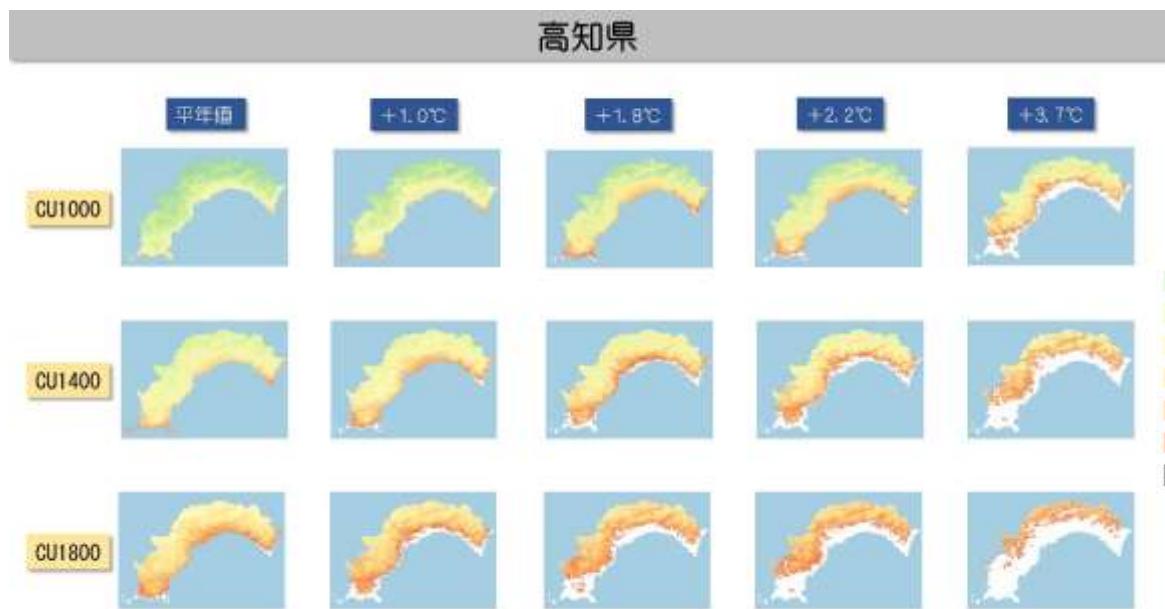


図5 高知県におけるCU1000、1400、および1800の梨品種の休眠打破日の判定

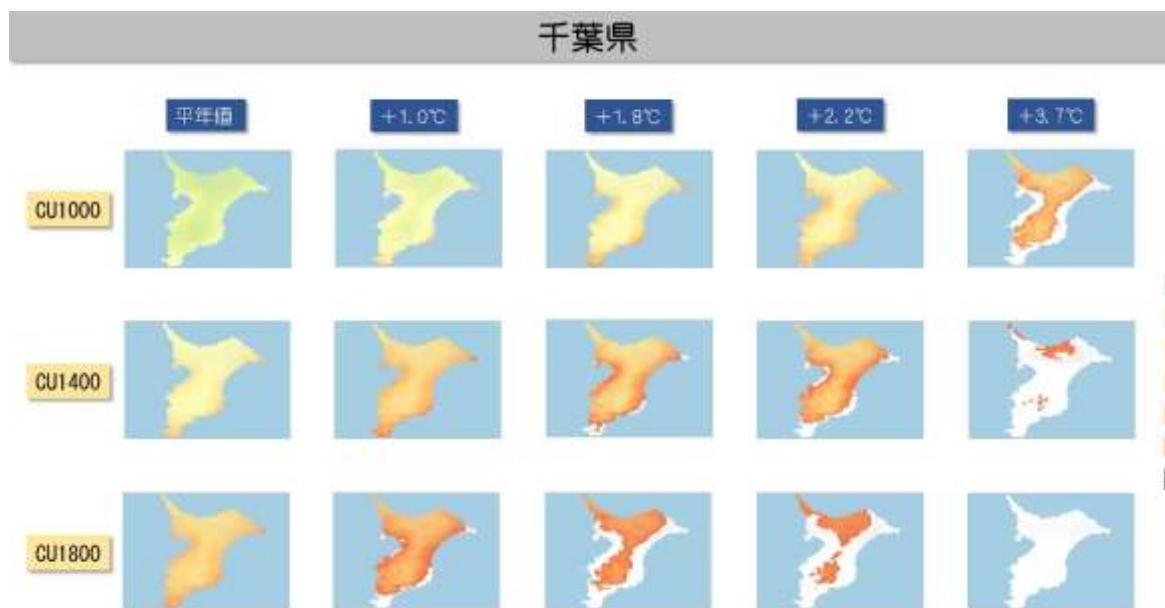


図6 千葉県におけるCU1000、1400、および1800の梨品種の休眠打破日の判定

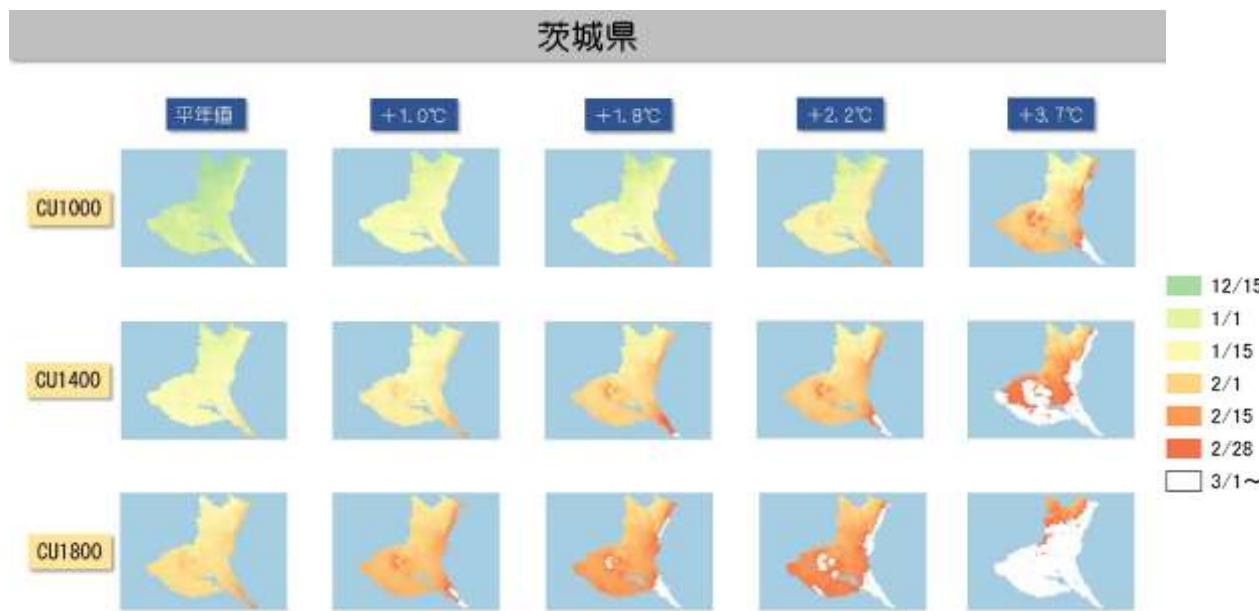


図7 茨城県におけるCU1000、1400、および1800の梨品種の休眠打破日の判定

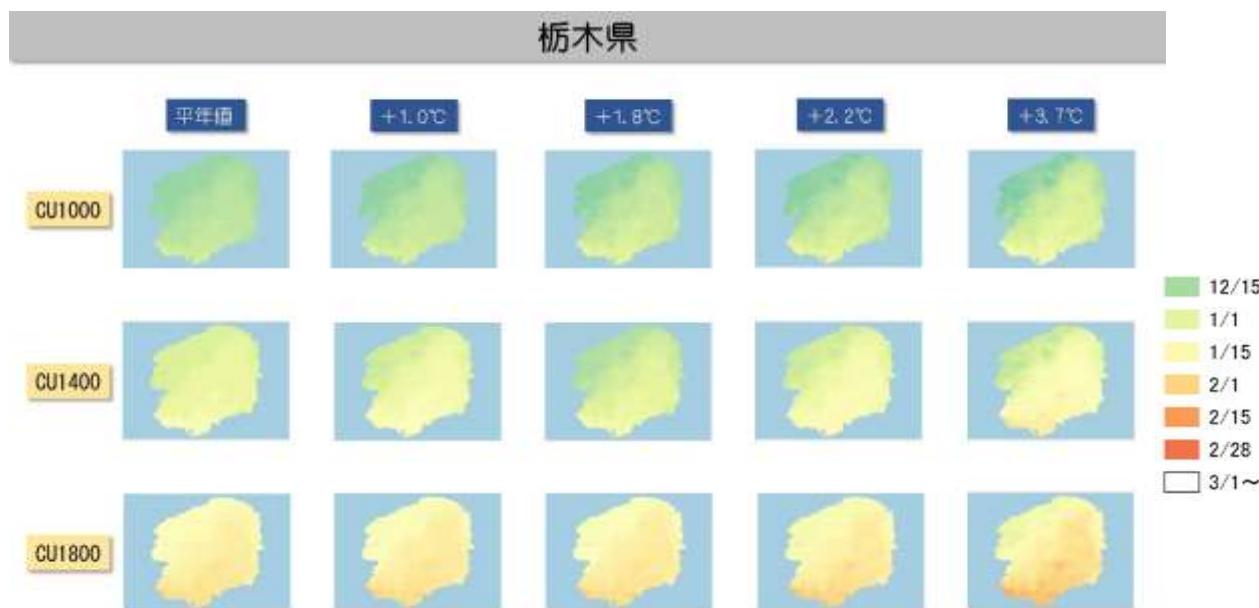


図8 栃木県におけるCU1000、1400、および1800の梨品種の休眠打破日の判定

## ②温暖化適地マップの精度評価と改良

完成したマップの精度を評価するため、2022年度の冬季における温度データを抽出した。その結果、基準の県としている青森県（弘前市）、鳥取県（鳥取市）および熊本県（熊本市）の基準地における日平均気温は、年平均値に比べそれぞれ0.93°C、1.02°C、0.93°C高かった。そのため、2022年度は+1.0°Cの適地マップについての精度検証を行った。

3県から採取した‘幸水’について評価を行うため、CU1200の+1.0°Cマップを確認した結果、青森県（弘前市）、鳥取県（鳥取市）および熊本県（熊本市）の基準地における休眠打破日は、それぞれ12月27日、1月22日、2月7日であった。‘幸水’については1月10日、1月24日、2月7日の枝についての評価を行っており、青森県では1月10日、鳥取県では1月24日、熊本県では2月7日の枝について休眠打破を確認した。以上の結果より、作成したモデルの休眠打破日と萌芽率調査の結果は、ほぼ一致しており、作成したモデルの精度は比較的高いと考えられた。そのため、本研究では本モデルの改良は行わなかった。

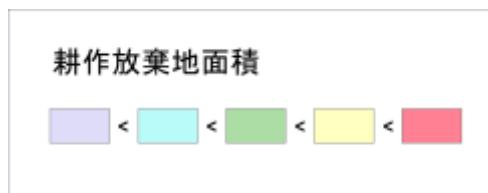
### ③耕作放棄地削減マップの作成

(2) で作成した 46 都道府県のメッシュマップを用い、栽培適地上に農業集落データをマッピングした。また、梨の果樹園として 0.1% が活用された場合の経済効果については、通常の果実生産を行う果樹園と花粉採取のみを行う花粉園の 2 通りで評価した。その際、それぞれの園の 1 ha あたりの粗収益は、594 万円/年（参考：農林水産省）、311 万円/年（参考：花粉採取技術開発コンソーシアム）として計算した。本報告書では、平年値 +3.7°C の気温上昇を想定した際の、CU1000、CU1400 および CU1800 の品種の不適地が拡大する都道府県に焦点を当てて記載する。

その結果、低温要求量の少ない‘豊水’などの CU1000 の品種の不適地が最も拡大する県は佐賀県であり、県全体の 65.2% の面積 (158,921 ha) で栽培が困難になると考えられた（図 9、表 3）。一方、残りの 34.8% のうち、耕作放棄地削減の候補となる面積は 1,008ha であり、通常の果実生産を行う梨の果樹園として活用された場合の経済効果は 599 万円、花粉採取園としては 313 万円と算出された。佐賀県に続いて不適地が拡大する県は、香川県、宮崎県、神奈川県、熊本県であり、県全体の不適地を占める率は、それぞれ 63.0%、48.6%、40.2%、37.4% であった。これらの都道府県のうち、耕作放棄地削減の候補となる面積が最も広かったのは熊本県の 2,384ha であり、梨の果樹園として活用された場合の経済効果は 1,416 万円、花粉採取園としては 741 万円と算出された。

次に、低温要求量が中程度である‘新高’や‘二十世紀’などの CU1400 の品種について評価した。その結果、不適地が最も拡大する県は千葉県であり、県全体の 90.1% の面積 (464,505 ha) で栽培が困難になると考えられた（図 10、表 4）。一方、残りの耕作放棄地削減の候補となる面積は 1,664ha であり、通常の果実生産を行う梨の果樹園として活用された場合の経済効果は 989 万円、花粉採取園としては 518 万円と算出された。これに続いて不適地が拡大する県は、佐賀県、香川県、宮崎県、神奈川県であり、県全体の不適地を占める率は、それぞれ 84.1%、81.7%、64.9%、64.5% であった。CU1400 の不適地率が拡大する県（ワースト 10）のうち、千葉県の次に耕作放棄地削減の候補となる面積が最も広かったのは静岡県の 1,351ha であり、梨の果樹園として活用された場合の経済効果は 802 万円、花粉採取園としては 420 万円と算出された。

次に、低温要求量が多い‘王秋’などの CU1800 の品種について評価した結果、不適地が最も拡大する県は CU1400 と同じく千葉県となり、県の全域で栽培が困難になると考えられた（図 11）。これに続いて不適地が拡大する県は、佐賀県、香川県、茨木県、山口県であり、県全体の不適地を占める率は、それぞれ 96.4%、93.9%、84.8%、84.2% であった（表 5）。CU1800 の不適地率が拡大する県（ワースト 10）のうち、耕作放棄地削減の候補となる面積が最も広かったのは茨木県の 1,787ha であり、梨の果樹園として活用された場合の経済効果は 1,061 万円、花粉採取園としては 556 万円と算出された。



参照 作成した耕作放棄地削減マップの耕作放棄地面積の分類  
(各県によって数値が異なる。右に行くほど耕作放棄地面積が大きくなる。)

### CU1000 (栽培不適地率ワースト5)

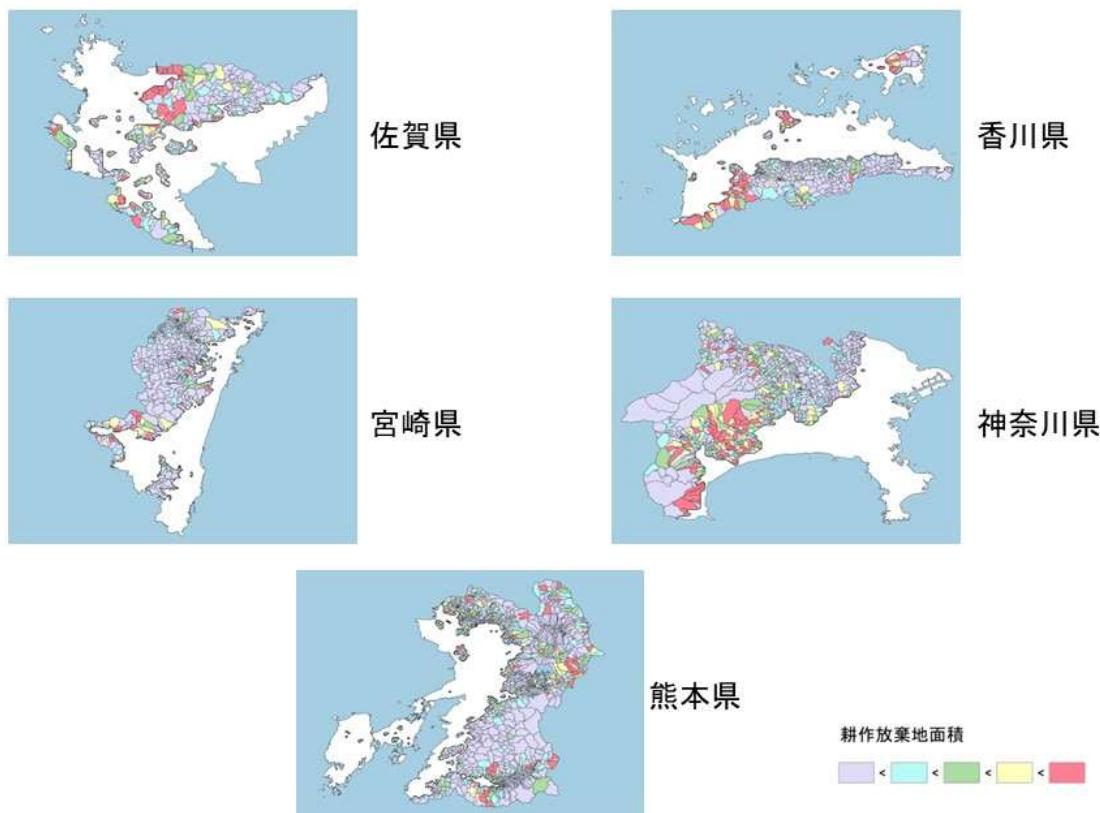


図9 CU1000の品種の栽培不適地率が拡大する都道府県（ワースト5）

表3 CU1000の不適地率が拡大する県 (ワースト10) の不適地面積と耕作放棄地削減の候補地面積

	CU1000 +3.7				
	耕作放棄地面積(ha) (色分けされた場所の データの合計)	不適地面積(ha) (白く塗りつぶされた場所)	梨の果樹園として0.1%が 活用された場合 (万円)		
	面積	面積	%	栽培樹	花粉樹
佐賀	1,008	158,921	65.2	599	313
香川	918	118,078	63.0	545	285
宮崎	558	375,525	48.5	331	173
神奈川	1,049	97,077	40.2	623	326
熊本	2,384	276,999	37.4	1,416	741
静岡	2,507	283,019	36.7	1,489	780
和歌山	1159.37	164,410	34.8	689	361
千葉	5,438	172,928	33.5	3,230	1,691
三重	2,055	162,199	28.1	1,221	639
大分	2,210	155,053	24.5	1,313	687

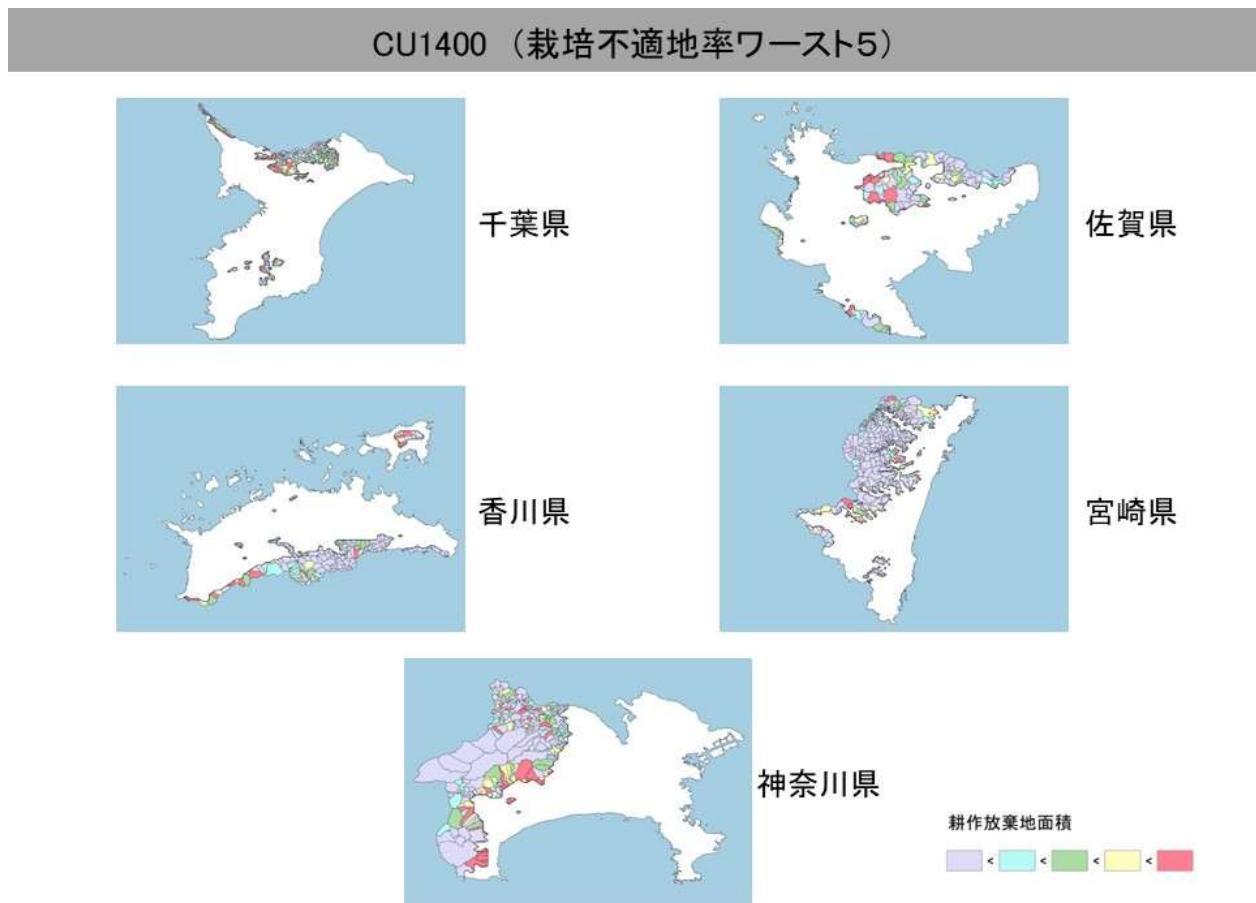


図10 CU1400の品種の栽培不適地率が拡大する都道府県（ワースト5）

表4 CU1400の不適地率が拡大する県（ワースト10）の不適地面積と耕作放棄地削減の候補地面積

	CU1400 +3.7				
	耕作放棄地面積(ha) (色分けされた場所の データの合計)	不適地面積(ha) (白く塗りつぶされた場所)		梨の果樹園として0.1%が 活用された場合（万円）	
		面積	面積	%	栽培樹
千葉	1,664	464,505	90.1	989	518
佐賀	470	205,034	84.1	279	146
香川	362	153,198	81.7	215	112
宮崎	314	501,797	64.9	186	98
神奈川	533	155,607	64.5	317	166
埼玉	1,330	232,441	61.2	790	414
三重	1,043	328,944	57.0	620	324
和歌山	678	267,255	56.6	403	211
熊本	1,101	414,164	56.0	654	342
静岡	1,351	424,605	55.1	802	420

## CU1800（栽培不適地率ワースト5）

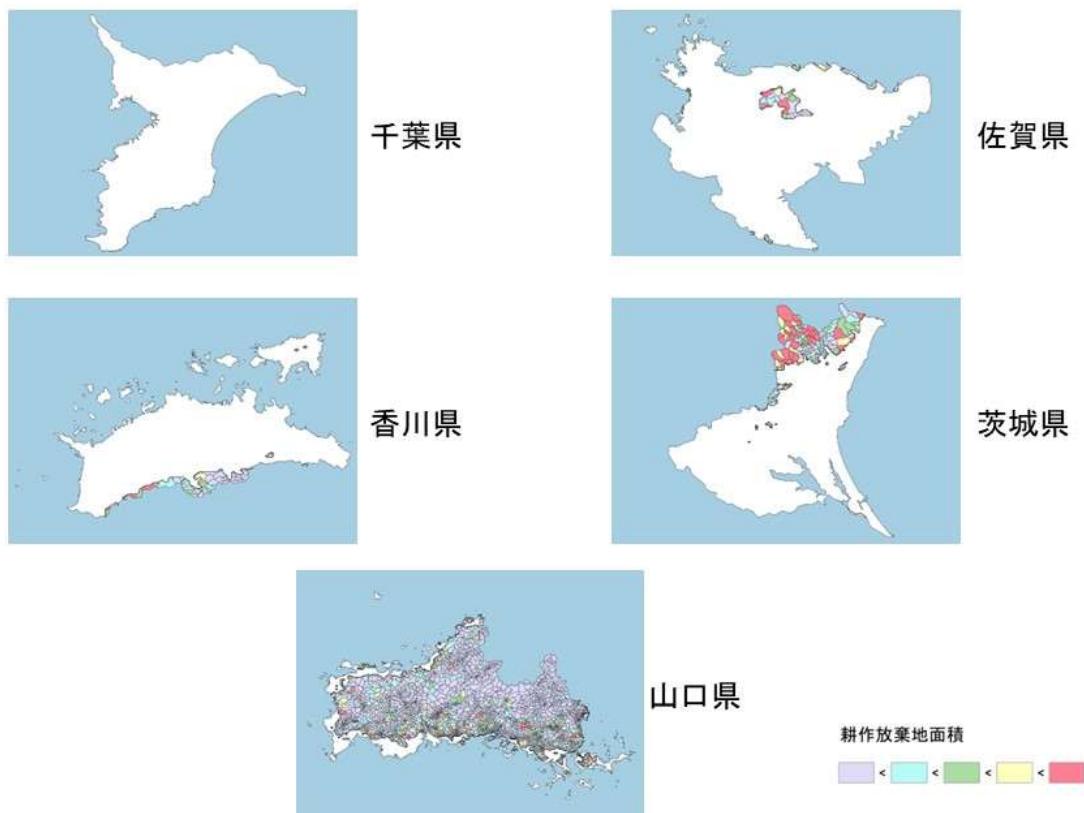


図11 CU1800の品種の栽培不適地率が拡大する都道府県（ワースト5）

表5 CU1800の不適地率が拡大する県（ワースト10）の不適地面積と耕作放棄地削減の候補地面積

	CU1800 +3.7				
	耕作放棄地面積(ha) (色分けされた場所の データの合計)	不適地面積(ha) (白く塗りつぶされた場所)		梨の果樹園として0.1%が 活用された場合（万円）	
		面積	面積	%	栽培樹
千葉	0	515,818	100.0	0	0
佐賀	116	234,958	96.4	69	36
香川	134	176,098	93.9	80	42
茨城	1786.5	498,672	84.8	1,061	556
山口	189	514,137	84.2	113	59
三重	411	482,355	83.5	244	128
宮崎	166	641,245	82.9	98	52
和歌山	286	391,039	82.8	170	89
大分	320	505,113	79.7	190	99
神奈川	232	188,908	78.2	138	72

## 参照 全国(沖縄を除く)の不適地面積と耕作放棄地削減の候補地面積

	CU1800 +3.7						CU1400 +3.7						CU1000 +3.7							
	耕作放棄地面積(ha) (色分けされた場所の データの合計)		不適地面積(ha) (白く塗りつぶされた場所)		梨の果樹園として0.1%が 活用された場合(万円)		耕作放棄地面積(ha) (色分けされた場所の データの合計)		不適地面積(ha) (白く塗りつぶされた場所)		梨の果樹園として0.1%が 活用された場合(万円)		耕作放棄地面積(ha) (色分けされた場所の データの合計)		不適地面積(ha) (白く塗りつぶされた場所)		梨の果樹園として0.1%が 活用された場合(万円)			
	面積	%	栽培樹	花粉樹	面積	%	栽培樹	花粉樹	面積	%	栽培樹	花粉樹	面積	%	栽培樹	花粉樹	面積	%		
北海道	5,074	0	0.0	3,014	1,578	5,074	0	0.0	3,014	1,578	5,074	0	0.0	3,014	1,578	5,074	0	0.0	3,014	1,578
青森	5,940	0	0.0	3,528	1,847	5,940	0	0.0	3,528	1,847	5,940	0	0.0	3,528	1,847	5,940	0	0.0	3,528	1,847
岩手	6,887	91	0.0	4,091	2,142	6,937	0	0.0	4,120	2,157	6,937	0	0.0	4,120	2,157	6,937	0	0.0	4,120	2,157
宮城	5,092	0	0.0	3,025	1,584	5,092	0	0.0	3,025	1,584	5,092	0	0.0	3,025	1,584	5,092	0	0.0	3,025	1,584
秋田	3,396	0	0.0	2,017	1,056	3,396	0	0.0	2,017	1,056	3,396	0	0.0	2,017	1,056	3,396	0	0.0	2,017	1,056
山形	3,647	0	0.0	2,166	1,134	3,647	0	0.0	2,166	1,134	3,647	0	0.0	2,166	1,134	3,647	0	0.0	2,166	1,134
福島	13,288	0	0.0	7,893	4,132	13,288	0	0.0	7,893	4,132	13,288	0	0.0	7,893	4,132	13,288	0	0.0	7,893	4,132
茨城	1,787	498,672	84.8	1,061	556	7,551	260,390	44.3	4,485	2,348	11,120	40,819	6.9	6,605	3,458	3,750	0	0.0	2,228	1,166
栃木	3,750	0	0.0	2,228	1,166	3,750	0	0.0	2,228	1,166	3,750	0	0.0	2,228	1,166	3,750	0	0.0	2,228	1,166
群馬	6,556	0	0.0	3,894	2,039	6,556	0	0.0	3,894	2,039	6,556	0	0.0	3,894	2,039	6,556	0	0.0	3,894	2,039
埼玉	286	292,314	77.0	170	89	1,330	232,441	61.2	790	414	4,608	18,099	4.8	2,737	1,433	1,396	0	0.0	2,017	1,056
千葉	0	515,818	100.0	0	0	1,664	464,505	90.1	989	518	5,438	172,928	33.5	3,230	1,691	2,132	0	0.0	2,166	1,134
東京	294	147,348	78.8	174	91	358	121,076	64.7	213	111	429	73,315	39.2	255	133	2,132	0	0.0	2,166	1,134
神奈川	232	188,908	78.2	138	72	533	155,607	64.5	317	166	1,049	97,077	40.2	623	326	2,132	0	0.0	2,166	1,134
新潟	4,378	1,552	0.1	2,600	1,361	4,382	0	0.0	2,603	1,363	4,382	0	0.0	2,603	1,363	4,382	0	0.0	2,603	1,363
富山	147	189,551	44.6	88	46	554	71,370	16.8	329	172	703	26	0.0	417	219	2,132	0	0.0	2,166	1,134
石川	2,132	0	0.0	1,266	663	2,132	0	0.0	1,266	663	2,132	0	0.0	1,266	663	2,132	0	0.0	1,266	663
福井	655	1,500	0.4	389	204	656	0	0.0	390	204	656	0	0.0	390	204	656	0	0.0	390	204
山梨	1,652	95,162	21.3	981	514	2,525	12,521	2.8	1,500	785	2,549	0	0.0	1,514	793	2,525	0	0.0	1,514	793
長野	9,409	3,501	0.3	5,589	2,926	9,419	0	0.0	5,595	2,929	9,419	0	0.0	5,595	2,929	9,419	0	0.0	5,595	2,929
岐阜	1,400	247,431	23.3	832	436	2,037	105,337	9.9	1,210	633	2,500	10,245	1.0	1,485	778	2,037	0	0.0	2,017	1,056
静岡	631	553,096	71.7	375	196	1,351	424,605	55.1	802	420	2,507	283,019	36.7	1,489	780	1,351	0	0.0	2,017	1,056
愛知	2,541	144,477	28.0	1,509	790	3,845	13,290	2.6	2,284	1,196	3,904	0	0.0	2,319	1,214	3,845	0	0.0	2,319	1,214
三重	411	482,355	83.5	244	128	1,043	328,944	57.0	620	324	2,055	162,199	28.1	1,221	639	2,055	0	0.0	2,017	1,056
滋賀	884	0	0.0	525	275	884	0	0.0	525	275	884	0	0.0	525	275	884	0	0.0	525	275
京都	1,399	5,148	1.1	831	435	1,405	0	0.0	835	437	1,405	0	0.0	835	437	1,405	0	0.0	835	437
大阪	545	90,822	48.0	324	170	669	22,292	11.8	397	208	674	0	0.0	400	210	674	0	0.0	400	210
兵庫	2,346	86,158	10.3	1,393	729	2,725	8,745	1.0	1,619	847	2,727	0	0.0	1,620	848	2,727	0	0.0	1,620	848
奈良	345	187,756	50.9	205	107	989	78,224	21.2	587	308	1,357	34,737	9.4	806	422	989	0	0.0	1,347	705
和歌山	286	391,039	82.8	170	89	678	267,255	56.6	403	211	1,159	164,410	34.8	689	361	678	0	0.0	1,347	705
鳥取	1,738	9,371	2.7	1,032	540	1,807	0	0.0	1,073	562	1,807	0	0.0	1,073	562	1,807	0	0.0	1,073	562
島根	1,918	82,339	12.4	1,140	597	2,265	2,382	0.4	1,346	705	2,267	0	0.0	1,347	705	2,267	0	0.0	1,347	705
岡山	1,592	427,023	60.1	946	495	2,897	184,129	25.9	1,721	901	3,846	102,442	14.4	2,285	1,196	3,846	0	0.0	1,347	705
広島	1,196	441,385	52.1	710	372	2,232	220,001	26.0	1,326	694	3,082	115,114	13.6	1,831	958	2,232	0	0.0	1,831	958
山口	189	514,137	84.2	113	59	888	304,457	49.8	528	276	1,901	108,213	17.7	1,129	591	888	0	0.0	1,129	591
徳島	508	265,237	64.0	302	158	920	163,717	39.5	546	286	1,470	81,657	19.7	873	457	920	0	0.0	1,470	81,657
香川	134	176,098	93.9	80	42	362	153,198	81.7	215	112	918	118,078	63.0	545	285	362	0	0.0	1,470	81,657
愛媛	2,819	154,866	27.3	1,674	877	4,935	43,032	7.6	2,931	1,535	5,554	2,963	0.5	3,299	1,727	4,935	0	0.0	1,470	81,657
高知	257	487,275	68.6	152	80	535	297,421	41.9	318	166	971	148,314	20.9	577	302	535	0	0.0	1,470	81,657
福岡	2,109	232,482	46.8	1,253	656	3,103	45,746	9.2	1,843	965	3,211	0	0.0	1,907	999	3,103	0	0.0	1,907	999
佐賀	116	234,958	96.4	69	36	470	205,034	84.1	279	146	1,008	158,921	65.2	599	313	470	0	0.0	1,470	81,657
長崎	1,478	287,025	70.1	878	460	4,337	118,091	28.8	2,576	1,349	5,520	3,211	0.8	3,279	1,717	4,337	0	0.0	1,470	81,657
熊本	479	569,350	76.9	285	149	1,101	414,164	56.0	654	342	2,384	276,999	37.4	1,416	741	569,350	0	0.0	1,416	741
大分	320	505,113	79.7	190	99	1,044	333,411	52.6	620	325	2,210	155,053	24.5	1,313	687	505,113	0	0.0	1,313	687
宮崎	166	641,245	82.9	98	52	314	501,797	64.9	186	98	558	375,525	48.5	331	173	641,245	0	0.0	1,313	687
鹿児島	58	784,503	98.8	34	18	351	756,435	95.2	208	109	832	660,652	83.2	494	259	784,503	0	0.0	1,313	687
全国(沖縄を除く)	100,466	9,935,108	27.0	59,677	31,245	127,969	6,309,615	17.1	76,013	39,798	152,874	3,364,015	9.0	90,807	47,544	100,466	0	0.0	1,313	687

## 1. 5. 研究成果及び自己評価

## 1. 5. 1. 研究成果の学術的意義と環境政策等への貢献

## &lt;得られた研究成果の学術的意義&gt;

これまでの研究では、ナシの休眠終了に必要とされる低温要求量の調査が行われてきた。ただ、それを基にした栽培適地の評価事例は限られており、学術的な先導性は非常に高い。さらに、各RCPシナリオに基づいての評価と全都道府県ごとの栽培適地を予測する研究は今回が初めてであり、他に類を見ない取り組みである。さらに、耕作放棄地の活用を目的とした果樹の栽培適地マップの作成は、これまでにない極めて独創的な研究であり、環境研究への新たな研究手法の提供になると期待される。

## &lt;環境政策等へ既に貢献した研究成果&gt;

特に記載する事項はない。

## &lt;環境政策等へ貢献することが見込まれる研究成果&gt;

本課題によって作成される「梨の温暖化適地マップ」は、IPCCの各RCPシナリオに基づいて21世紀末の気温上昇を想定した評価であるため、重点課題「気候変動への適応に係る研究」に大きく貢献するものである。また、同マップから作成される「耕作放棄地削減マップ」については、新たな産地候補の提言と耕作放棄地が梨の果樹園として活用された際の経済効果の算出にも活用される。これらを活用することにより、「耕作放棄地を梨の果樹園にする」という新たな環境産業への展開が期待される。

## 1. 5. 2. 研究成果に基づく研究目標の達成状況及び自己評価

<全体達成状況の自己評価> · · · · · 3. 目標どおりの成果をあげた

<サブテーマ1 達成状況の自己評価> · · · · · 3. 目標どおりの成果をあげた

## 1. 6. 研究成果発表状況の概要

## 1. 6. 1. 研究成果発表の件数

成果発表の種別	件数
産業財産権	0
査読付き論文	0
査読無し論文	0
著書	1
「国民との科学・技術対話」の実施	1
口頭発表・ポスター発表	0
マスコミ等への公表・報道等	0
成果による受賞	0

## 1. 6. 2. 主要な研究成果発表

成果番号	主要な研究成果発表 (「研究成果発表の一覧」から10件まで抜粋)
1	(著書：記事) 竹村圭弘. 溫暖化が果樹生産に及ぼす影響と対策. 因伯之果樹. 2023. 9 : 7-12.
2	(「国民との科学・技術対話」の実施) 竹村圭弘. 国民との対話. 2022. 鳥取県.
3	(その他の成果発表：講演) 竹村圭弘. 果樹類の花粉採取と受粉作業に関するスマート農業の取り組みと栽培適地の評価. 中国地域のスマート農業を語る. 2023. 島根県.
4	(その他の成果発表：講演) 竹村圭弘. 輸入花粉に依存しない国産花粉の供給に向けて. 三重県なし生産者研修会. 2023. 三重県.
5	(その他の成果発表：講演) 竹村圭弘. ニホンナシの開花・結実安定に関する研究. 鳥取梨つくり大学. 2023. 鳥取県.
6	(その他の成果発表：講演) 竹村圭弘. 果樹類の花粉採取と授粉作業の省力化を可能にするスマート農業技術の開発. 中山間地域におけるスマート農業技術の利活用セミナー. 2024. 鳥取県.

注：この欄の成果番号は「研究成果発表の一覧」と共通です。

## 1. 6. 3. 主要な研究成果普及活動

本研究課題での成果普及活動は、その他の成果発表として合計4件の講演を行った。そのうち、特に重要なものとしては、「中山間地域におけるスマート農業技術の利活用セミナー」であり、約100名の参加者を対象として本研究で開発した鳥取県における栽培適地マップを公表した。

## 1. 7. 国際共同研究等の状況

＜国際共同研究の概要＞

国際共同研究を実施していない。

＜相手機関・国・地域名＞

機関名（正式名称）	(本部所在地等の) 国・地域名

注：国・地域名は公的な表記に準じます。

## 1. 8. 研究者略歴

＜研究者（研究代表者及びサブテーマリーダー）略歴＞

研究者氏名	略歴（学歴、学位、経歴、現職、研究テーマ等）
竹村圭弘	研究代表者及びサブテーマ1リーダー 博士（農学） 鳥取大学農学部講師を経て、 現在、鳥取大学農学部准教授 専門は園芸生産学、研究テーマは果樹類の休眠・開花・結実

## 2. 研究成果発表の一覧

注：この項目の成果番号は通し番号です。

### (1) 産業財産権

成果番号	出願年月日	発明者	出願者	名称	出願以降の番号
	特に記載する事項はない。				

### (2) 論文

<論文>

成果番号	発表年度	成果情報	主たるサブテーマ	査読の有無
		特に記載する事項はない。		

### (3) 著書

<著書>

成果番号	発表年度	成果情報	主たるサブテーマ
1	2023	因伯之果樹. 温暖化が果樹生産に及ぼす影響と対策. 9:7-12.	1

### (4) 口頭発表・ポスター発表

<口頭発表・ポスター発表>

成果番号	発表年度	成果情報	主たるサブテーマ	査読の有無
		特に記載する事項はない。		

### (5) 「国民との科学・技術対話」の実施

成果番号	発表年度	成果情報	主たるサブテーマ
2	2022	国民との対話. 鳥取県. 2022年11月28日	1

### (6) マスメディア等への公表・報道等

成果番号	発表年度	成果情報	主たるサブテーマ
		特に記載する事項はない。	

### (7) 研究成果による受賞

成果番号	発表年度	成果情報	主たるサブテーマ
		特に記載する事項はない。	

## (8) その他の成果発表

成果番号	発表年度	成果情報	主たるサブテーマ
3	2023	竹村圭弘. 果樹類の花粉採取と受粉作業に関するスマート農業の取り組みと栽培適地の評価. 中国地域のスマート農業を語る. 島根県.	1
4	2023	竹村圭弘. 輸入花粉に依存しない国産花粉の供給に向けて. 三重県なし生産者研修会. 三重県.	1
5	2023	竹村圭弘. ニホンナシの開花・結実安定に関する研究. 鳥取梨つくり大学. 鳥取県.	1
6	2024	竹村圭弘. 果樹類の花粉採取と授粉作業の省力化を可能にするスマート農業技術の開発. 中山間地域におけるスマート農業技術の利活用セミナー. 鳥取県.	1

## 権利表示・義務記載

本報告書に記載しているメッシュマップの作成には、

気象庁「過去の気象データ(<https://www.data.jma.go.jp/risk/obsl/>)」、

「農研機構メッシュ農業気象データ (The Agro-Meteorological Grid Square Data, NARO) (大野ら、2016) ([https://amu.rd.naro.go.jp/wiki\\_open/](https://amu.rd.naro.go.jp/wiki_open/))」、

政府統計の総合窓口(e-stat) (<https://www.e-stat.go.jp/>) 「農林業センサス」を利用した。

この研究成果報告書の文責は、研究課題に代表者又は分担者として参画した研究者にあります。  
 この研究成果報告書の著作権は、引用部分及び独立行政法人環境再生保全機構(ERCA)のロゴマークを除いて、原則的に著作者に属します。  
 ERCAは、この文書の複製及び公衆送信について許諾されています。

**Abstract****[Project Information]**

Project Title : Mapping to Reduce Abandoned Cultivated Land Using Suitable Growth Area in Pear for Global Warming

Project Number : JPMEERF2022R01

Project Period (FY) : 2022-2024

Principal Investigator : Yoshihiro Takemura

(PI ORCID) :

Principal Institution : Faculty of Agriculture, Tottori University  
Tottori-City, 680-8553, JAPAN  
Tel: +81-857-31-6749  
E-mail: y-takemura@tottori-u.ac.jp

Cooperated by :

Keywords : Abandoned cultivated land, Dormancy, Estimation of suitable area, Global warming, Pear

**[Abstract]**

Most abandoned farmlands in Japan are in mountainous areas, which may be due to the unfavorable agricultural production conditions there. However, the production areas of several deciduous fruit trees, particularly pears, are expected to shift to mountainous areas at higher altitudes in the future. One reason for this is the frequent failure of pears to flower during spring. Pear buds end their dormancy (endodormancy) when exposed to low temperatures during the winter, leading to flowering. However, in recent years, owing to the effects of warm winters associated with global warming, sporadic cases of pears failing to flower, with incomplete dormancy, have been reported in the plains of the warm southwest. As poor flowering is a major problem that directly leads to a decrease in fruit production, it is recommended that production areas be relocated to mountainous areas. However, fruit trees cultivated in the same place for decades after planting, it is important to develop production areas that can withstand predicted future warming.

In this study, we evaluated suitable locations for growing pears assuming a temperature rise in 2100, and created "maps of suitable locations for global warming" for each prefecture. Five locations in each prefecture with different latitude and longitude and altitude were selected as reference locations. Daily data (1,629,464) and hourly data (39,107,136) were used for all reference locations to complete the conversion formula for each prefecture. Using the completed conversion formula, maps were created for each variety (CU1000, 1200, 1400, 1600, and 1800) in 46 prefectures. For each prefecture and variety, five maps were created assuming a temperature rise (normal +1.0°C (RCP2.6), +1.8°C (RCP4.5), +2.2°C (RCP6.0), +3.7°C (RCP8.5) (including normal values)). As a result, we were able to create a total of 1,150 maps as originally planned. Furthermore, we created a "Map of Abandoned Farmland Reduction" by mapping areas with a high rate of abandoned farmland on the

map, and proposing future utilization of abandoned farmland. In addition, we evaluated the economic effect of utilizing 0.1% of abandoned farmland as pear orchards in two ways: orchards that produce fruit and pollen orchards that only collect pollen. We calculated the gross profit per 0.1 ha for each orchard as 594,000 yen.