

# 水稻高温耐性品種「なつほのか」の長崎県における 栽培適地マップの作成

土井謙児，古賀潤弥

キーワード：水稻，高温耐性品種，適地マップ，メッシュ農業気象データ，気候変動適応

Development of Suitability Maps for Cultivating Heat-tolerant Rice Cultivar “Natsuhonoka” Covering  
Nagasaki Prefecture

Kenji DOI, Junya KOGA

## 目次

|                    |       |
|--------------------|-------|
| 1. 緒言              | ..... |
| 2. 使用データおよび方法      | ..... |
| 1) 使用したデータおよび生育予測式 | ..... |
| 2) マップの概要          | ..... |
| 3) 作成方法            | ..... |
| 3. 結果              | ..... |
| 4. 考察              | ..... |
| 5. 摘要              | ..... |
| 6. 引用文献            | ..... |
| Summary            | ..... |

## 1. 緒言

近年、出穂期以降の高温による米の品質低下が全国的に問題となっている。なかでも白未熟粒の発生は多くの都道府県から報告されており（農林水産省, 2021）、長崎県においても1990年代以降、特に「ヒノヒカリ」（1989年に本県奨励品種に採用）において頻発している。

その要因として、一つには高温年の増加がある。気象庁（2021）によれば、日本の年平均気温は「特に1990年代以降、高温となる年が頻出」している。例えば、県内のアメダス地点のひとつである「佐世保」の8月20日～9月15日（27日間）（水稻の普通期栽培における登熟期前半に近い時期）の平均気温をみると、26℃以下の年が、1980年代は7回、1990年代は3回、2000年代は1回、2010年代は2回であった（図1）。

また、その他の要因として、長崎県において「ヒノヒカリ」は、導入初期は食味の点から主に中山間地への栽培が推奨されたものの次第に平坦地にも栽培されるようになったことや、一部の地域で裏作の減少によって移植時期が早くなったことが考えられた（船場ら, 1997）。

そこで本県は、1990年代に高温登熟障害の温度指標を明らかにするための試験を実施し、その結果、「ヒノヒカリ」は「出穂後20日間の平均気温が26℃を超えた場合に基白粒の発生が多くなり、27℃以上になると背白粒が多発」することが示唆された（船場ら, 1997）。また同時期に、de Wit *et al.* (1970)が提案した発育速度 DVR (Development Rate) の考え方にもとづく発育ステージ予測モデル（例えば堀江ら, 1986；川方・岡田, 1989）をもとに、気象データを用いて出穂期を予測する生育予測式を作成した（船場ら, 1996a）。本県ではこれらの温度指標、生育予測式、「水稻生育予測システム」（船場ら, 1996b）を用いて、高温遭遇回避の可能性が高い好適移植期間を500mメッシュ単位で推定し、登熟期前半が高温に遭遇しないような時期に移植するよう現場指導を行ってきた。

その一方で本県は、移植時期を変更しても「ヒノヒカリ」の安定生産が困難と考えられた地区、すなわち、県南部の低標高地のような比較的気温が高い地区に適した、良食味で高品質、多収性の高温耐性品種「にこまる」（2005年に本県奨励品種に採用）

を選定し（古賀ら, 2007）、作付けを推進した。

この取り組みを支援するため2016年度に、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）を利用して、「ヒノヒカリ」と「にこまる」の本県における栽培適地マップをそれぞれ作成した（古賀ら, 2018）。これらのマップは、各品種の好適移植期間を長崎県全域の各1kmメッシュについて推定し、複数の階級に区分しメッシュを色分けして視覚化したものであり、「にこまる」普及のため現場で活用された。

「にこまる」に続き本県では高温登熟性に優れた2品種、「つや姫」（2011年に本県奨励品種に採用）と「おてんとそだち」（2012年に本県奨励品種に採用）の導入を推進したが、どちらも普及は一部の地域にとどまった。その後、県下全域に広く普及しうる高温耐性品種として、早生で良食味、高品質、多収性の「なつほのか」（2016年に本県奨励品種に採用）を選定した（古賀ら, 2015；中山ら, 2016）。

本県における早生の高温耐性品種の導入効果は次のとおりである。

- 1) 「にこまる」は熟期が中生の晩に属し、県内で比較的気温が低い中山間地や県北部の地域、秋冷えの早い年、移植が遅い場合などの条件下で充実不足となり、1等米比率が低下する。例えば2014年は気温が低めの年で県全体の「にこまる」の1等比率が「ヒノヒカリ」よりも低くおよそ20%であった（図1, 2）。「にこまる」にとって登熟期の温度不足のリスクが高い地域では、「にこまる」よりも早生品種の方が品質が安定する。
- 2) 「にこまる」が大勢を占める比較的気温が高い県南部の低標高地においては、「にこまる」との組合せによって作期が分散でき、1生産者としても産地としても機械・施設・労力の効率的な利用、一定の生産量確保ができ、農業所得がより安定する。
- 3) 「ヒノヒカリ」が大勢を占める中山間地や県北部の地域の中で、高温年が増えるにつれて「ヒノヒカリ」の高温登熟障害の頻度が増している地区においては、「ヒノヒカリ」からの転換により品質や農業所得が向上する。
- 4) 収穫時期が早いので、露地野菜等との輪作が可能となり、農業所得、農業産出額、水田利用率の向

上に寄与できる。

5) 好適移植期間が比較的長いので、麦類やミカン、野菜等と水稲との複合経営において、弾力性の高い水稲の栽培計画を立てることができる。

このように早生の高温耐性品種の導入は長崎県内の農業者にとってメリットが多く、「なつほのか」は、県内の広範囲において栽培可能であり、地域によっては早期栽培から普通期栽培まで可能である(中山・古賀, 2020) ことから、広く普及すれば農業所得や農業産出額の向上と安定化に寄与できると考えられる。

ただし、「なつほのか」を普及するうえでは、次の二つの留意点がある。一つは、「なつほのか」は高温登熟性に優れているとは言え、出穂後 20 日間の平均気温が 29℃(積算値 580℃日)を超えると背白粒発生による品質低下の可能性が高まると推測

(古賀ら, 2020) されており、このような条件に遭遇しないよう、特に気温が高い地域や高温が予想される年には注意が必要だと生産者や関係機関に周知することである。

もう一つは、新品種の導入にあたって各生産者や各産地は、収穫時期の分散化をとまなう生産戦略を立て直す必要があるため、複数品種・作型の適切な組合せ決定に有用な情報提供を行うことである。

そこで、これらの情報を広くわかりやすく示すために、①「なつほのか」の栽培適地マップおよび②「ヒノヒカリ」、「にこまる」、「なつほのか」の栽培適地一括表示マップ(適品種マップ)を作成した。本報告では、これら「なつほのか」関連マップの作成について、その内容を報告する。

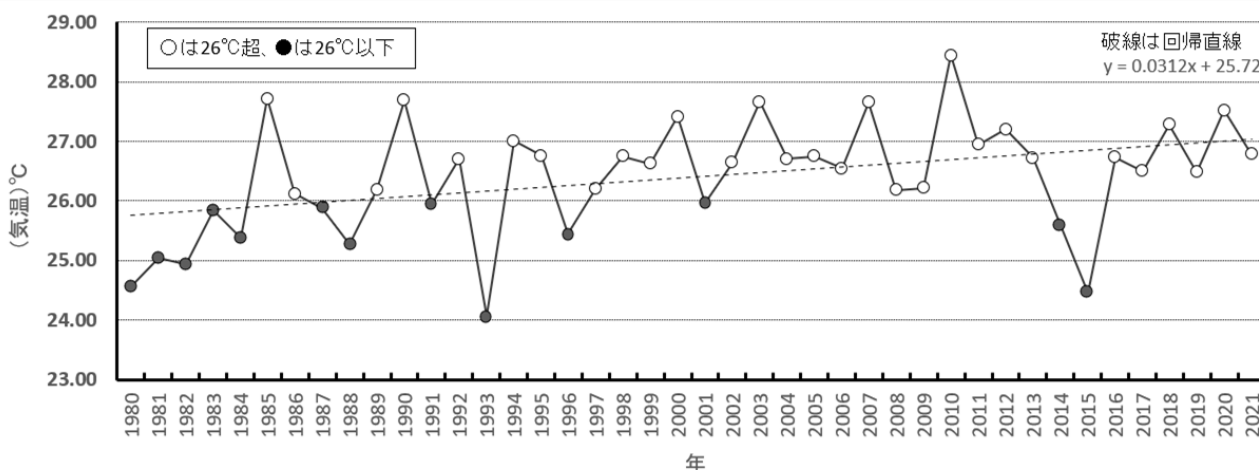


図 1 アメダス地点[佐世保]の 8/20~9/15(27 日間)の平均気温 (1980 年~2021 年)  
※データ: 気象庁公表値

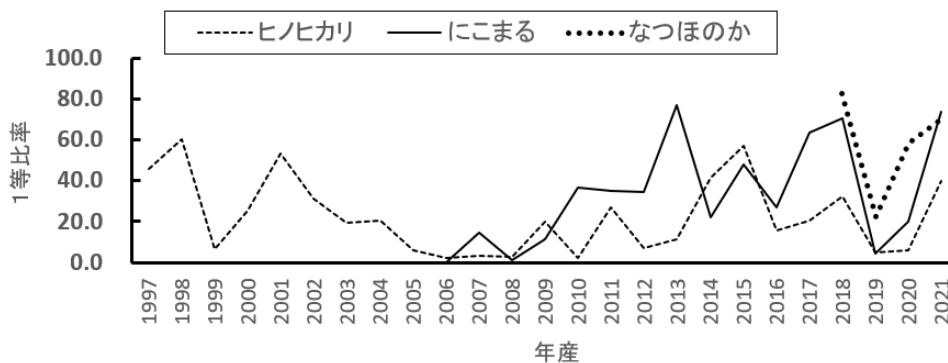


図 2 長崎県産米 3 品種の検査における 1 等比率 (1997 年産~2021 年産)  
※データ: 農林水産省公表値  
※2020 年は速報値(2021 年 3 月末), 2021 年は速報値(2021 年 11 月末).

## 2. 使用データおよび方法

### 1) 使用したデータおよび生育予測式

「なつほのか」関連マップの作成に使用した地図データおよび気象データを表1に示した。気象データは1kmメッシュごとの推定値である。

「なつほのか」の生育予測式は、DVR法により古賀ら(2017)が作成した式(表2)を使用した。この生育予測式は、本田への移植日を0、出穂期を1とする発育指数DVI(Development Index)を定め、この期間における、日ごとの発育速度DVRを求めるものである。移植日を起点にDVRを積

算したものがDVIであり、DVIが1に達する日を出穂期とするものである。

②「ヒノヒカリ」、「にこまる」、「なつほのか」の栽培適地一括表示マップ(適品種マップ)に使用した「にこまる」と「ヒノヒカリ」の栽培適地情報(栽培適地かどうかの判定結果)は、古賀ら(2018)によるそれぞれの栽培適地マップで示した情報を用いた。この2品種の生育予測式は表2のとおりである。

表1 マップ作成に使用した地図データおよび気象データ

| 種類        | 内容      | データの説明   |
|-----------|---------|--|
| 地図データ     | 1kmメッシュ | 国土交通省国土政策局 国土数値情報「土地利用 3次メッシュ (H28年度)」( <a href="https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/">https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/</a> )  |
| (shape形式) | 市町界     | 国土交通省国土政策局 国土数値情報「行政区域データ (R2年1月1日時点)」( <a href="https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/">https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/</a> )  |
| 気象データ     | 日平均気温   | 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 農業環境変動研究センター「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) ( <a href="https://amu.rd.naro.go.jp/">https://amu.rd.naro.go.jp/</a> ) |
|           | 日長      | 「長崎県水稻生育シミュレーション」(船場ら, 1996b)に組み込まれている数式により計算した値   |

表2 各品種の生育予測式

| なつほのか   | にこまる   | ヒノヒカリ   |
|---|--|---|
| DVR=0.05451705<br>+ 0.0007132933 × T<br>- 0.004130603 × L | DVR=0.1048247<br>+ 0.0006293897 × T<br>- 0.007848374 × L | DVR=0.1437888<br>+ 0.0003595076 × T<br>- 0.01008086 × L |

※ T:日平均気温(°C), L:日長(hr)

※ いずれも移植から出穂までの期間を対象とした予測式。

※ 「にこまる」の予測式は市原ら(2013)が作成したもので、「ヒノヒカリ」の予測式は船場ら(1996a)が作成し市原ら(2013)が改修したものである。

### 2) マップの概要

作成したマップの表現方法と視覚化した情報の内容を表3に示した。いずれのマップも表現方法は、長崎県全域の各1kmメッシュの色分けである。これに加えて、①「なつほのか」の栽培適地マップでは、拡大表示の場合に各メッシュ領域内に文字による情報表示ができる。

①「なつほのか」の栽培適地マップは、マップ①-1およびマップ①-2の2点セットとした。マップ①-1は、好適移植期間を視覚化した

ものである。好適移植期間が1日以上ある1kmメッシュを適地と判定した。マップ①-2は、出穂後20日間の平均気温が29°C(積算値580°C日)を超える可能性が相対的に高いメッシュ(「要注意地区」とした)と移植期間(「危険期間」とした)を視覚化したものである。「危険期間」は、移植しないことを推奨する期間であり、この「危険期間」が1日以上ある1kmメッシュを「要注意地区」と判定した。

②「ヒノヒカリ」、「にこまる」、「なつほのか」の

栽培適地一括表示マップ（適品種マップ）は、各品種の栽培適地マップで適地と判定された（好適移植期間が 1 日以上ある）品種がどれなのかを視覚化したものである。

表 3 マップの表現方法と視覚化した情報の内容

| マップ   | 各 1kmメッシュの色分け  | 文字情報の表示内容<br>(拡大表示のとき)                                 |                   |
|---|--|--|-------------------|
| ①「なつほのか」の栽培適地マップ                              | マップ①-1   | 好適移植期間の最終日(11階級)で色分け。<br>(好適移植期間が 1日以上あるメッシュを栽培適地と判定)  | 好適移植期間の初日と最終日を表示。 |
|   | マップ①-2   | 「危険期間」の初日(6階級)で色分け。<br>(「危険期間」が 1日以上あるメッシュを「要注意地区」と判定) | 「危険期間」の初日と最終日を表示。 |
| ②「ヒノヒカリ」, 「にこまる」, 「なつほのか」の栽培適地一括表示マップ（適品種マップ） | 各品種の栽培適地マップで適地と判定された（好適移植期間が 1日以上ある）品種がどれなのかによって色分け。 | 表示なし。  |                   |

### 3) 作成方法

作成のおおまかな流れは次のとおりである。すなわち、各 1km メッシュについての、気象データ（日別値）や各品種の栽培適地判定結果のデータを表計算ソフトウェアで処理（メッシュごとの好適移植期間の初日や最終日などの算出および適地判定結果の集約）し、その結果を GIS（地理情報システム）ソフトウェアを用いて処理するという流れである。

マップで視覚化した好適移植期間と「危険期間」の算出方法を表 4 に整理して示した。

①「なつほのか」の栽培適地マップ（マップ①-1 およびマップ①-2）の具体的な作成方法は次のとおりである。

マップ①-1 では、前述のとおり好適移植期間の初日（以下「初日 day 1」とする）と最終日（以下「最終日 day 2」とする）を視覚化した。

初日 day 1 は、「この日より早く移植することは、低温による植え傷みが生じる可能性が高いため推奨しない」という日とし、4 月以降の気温データを用いて、「連続する 7 日間の平均気温が 13.0℃以上で、かつ、その 7 日間の中央日の平均気温が 13.0℃以上」という条件をはじめて満たす日を求めた。このとき年始から年末の方向で探索して最初に条件を満たした日とした。4 月以降の日平均気温データを用いたので最も早い場合が 4 月 4 日である。日平均気温データは、古賀ら（2018）による「にこまる」, 「ヒノヒカリ」の各マップと同じく、1990 年から 2009 年の 20 年間の平均値を

用いた。

最終日 day 2 は、「この日より遅く移植することは、秋の登熟期間の温度不足で充実不足となる可能性が高いため推奨しない」という日とし、次の手順で求めた。これまでの試験から「なつほのか」では、登熟期間の低温による品質低下を回避するため出穂後 40 日間の平均気温が 23℃以上になるような出穂期が望ましいと推測（古賀・中山, 2020）されたため、まず出穂後 40 日間の平均気温が 23℃（積算値 920℃日）を確保できる最後の出穂日（低温登熟障害回避のための安全出穂期間の最終日）を求めた。このとき年末から年始の方向で探索して最初に条件を満たした日とした。次に生育予測式を用いて、この出穂日から移植日（最終日 day 2）を遡及的に求めた。日平均気温データは初日 day 1 を求める場合と同じものを用いた。メッシュの色分けは、最終日 day 2 を 11 の階級に分け白以外の 11 色で塗り分けた（図 3）。

マップ①-2 では、前述のとおり「危険期間」の初日（以下「初日 day 3」とする）と最終日（以下「最終日 day 4」とする）を視覚化した。「危険期間」は、「この期間に移植することは、高温登熟障害、すなわち、背白粒発生による品質低下の可能性が高いため推奨しない」という期間である。

初日 day 3 は、まず出穂後 20 日間の平均気温が 29℃（積算値 580℃日）以上となる最初の出穂日（高温登熟障害の可能性が高い出穂期間の初日）を求めた。このとき年始から年末の方向で探索して最初に条件を満たした日とした。その次に生育

予測式を用いて、この出穂日から移植日(初日 day 3)を遡及的に求めた。

最終日 day 4 は、まず出穂後 20 日間の平均気温が 29℃(積算値 580℃日)以上となる最後の出穂日(高温登熟障害の可能性が高い出穂期間の最終日)を求めた。このとき年末から年始の方向で探索して最初に条件を満たした日とした。その次に生育予測式を用いて、この出穂日から移植日(最終日 day 4)を遡及的に求めた。

日平均気温データは初日 day 3, 最終日 day 4 とも 2008 年の値を用いた。2008 年の気温は、初日 day 1, 最終日 day 2 の算出に用いた 1990 年から 2009 年の 20 年間の平均値に比べて夏季の気温がやや高いデータであり、「危険期間」の存在についての注意喚起をするために最適であると判断した。メッシュの色分けは、初日 day 3 を 6 階級に分け、白以外の 6 色で塗り分けた(図 5)。

マップ①-1 およびマップ①-2 では、ある程度拡大表示した状態のときに、各メッシュの領域内にそれぞれ「初日 day 1~最終日 day 2」, 「初日 day 3~最終日 day 4」を文字で表示した(図 4, 6)。

②「ヒノヒカリ」, 「にこまる」, 「なつほのか」の栽培適地一括表示マップ(適品種マップ)の具体的な作成方法は次のとおりである。まず、1kmメッシュごとの適品種情報として 3 桁のコードを次のように作成した。百の位, 十の位, 一の位をそれぞれ「なつほのか」, 「にこまる」, 「ヒノヒカリ」の適地判定情報とし、栽培適地の場合は 1, それ以外は 0 で表現した。例えば、3 品種すべてが栽培適地であるメッシュは 111, 「なつほのか」と「にこまる」の 2 品種だけが栽培適地だと 110 である。次に、このコードに色を割り当てメッシュの色分けを行った(図 7)。

表 4 好適移植期間と「危険期間」の算出方法

|                |       | なつほのか   | にこまる   | ヒノヒカリ   |
|----------------|-------|---|--|---|
| 好適移植期間の初日(早限)  | 算出方法  | 下記(ア)と(イ)のうち遅い方<br>(ア)「連続する 7 日間の日平均気温が平均で 13℃以上、かつ、中央日の日平均気温が 13℃以上」という条件をはじめて満たす日 <sup>z</sup><br>(イ) 4月 4日 | — <sup>y</sup>   | 下記(ウ)と(エ)のうち遅い方<br>(ウ)出穂後 20 日間の日平均気温が平均で 26℃(積算値 520℃日)を超えなくなる最初の出穂日に対応する移植日 <sup>x</sup><br>(エ) 5月 20日 <sup>w</sup> |
|                | 日平均気温 | 1990年から2009年の20年間の平均値 <sup>v</sup>  | — <sup>y</sup>   | 2007年 <sup>u</sup>  |
| 好適移植期間の最終日(晚限) | 算出方法  | (オ)出穂後 40 日間の日平均気温が平均で 23℃(積算値 920℃日)を確保できる最後の出穂日に対応する移植日 <sup>t</sup>  | (カ)出穂後 40 日間の日平均気温が平均で 23.5℃(積算値 940℃日)を確保できる最後の出穂日に対応する移植日 <sup>t</sup> | 下記(キ)と(ク)のうち早い方<br>(キ)出穂後 40 日間の日平均気温が平均で 23℃(積算値 920℃日)を確保できる最後の出穂日に対応する移植日 <sup>t</sup><br>(ク) 6月 30日               |
|                | 日平均気温 | 1990年から2009年の20年間の平均値 <sup>v</sup>  |  |   |
| 好適移植期間中の「危険期間」 | 算出方法  | 出穂後 20 日間の日平均気温が平均で 29℃(積算値 580℃日)を超える移植期間  | 「にこまる」と「ヒノヒカリ」は中生品種であり、普通期栽培を前提としているので「危険期間」を算出していない。                    |   |
|                | 日平均気温 | 2008年 <sup>s</sup>  |  |   |
| [結果]           |       | 最短: 1日間 <sup>r</sup>  | 最長: 33日間 <sup>r</sup>  |   |

<sup>z</sup> (ア)は低温による植え傷み回避の観点。

<sup>y</sup> 「にこまる」では、好適移植期間の最終日のみでマップを作成(すなわち低温登熟障害のみを警戒する形で作成)したため、初日は算出していない。

<sup>x</sup> (ウ)は高温登熟障害回避の観点。

<sup>w</sup> (エ)は普通期栽培を推奨する方針による。

<sup>v</sup> 平滑化は行っていない。

<sup>u</sup> 県内で高温登熟障害により著しく品質低下した年。

<sup>t</sup> (オ)(カ)(キ)は、秋の低温登熟障害回避の観点による。

<sup>s</sup> 1990年から2009年の20年間の平均値に比べて夏季の気温がやや高い。「危険期間」の存在について注意喚起するのに最適なデータであると判断した。

<sup>r</sup> 「田のあるメッシュ」の中の最短および最長日数。

### 3. 結果

作成した①「なつほのか」の栽培適地マップ（マップ①-1およびマップ①-2）を図 3～ 6に示し、②「ヒノヒカリ」、「にこまる」、「なつほのか」の栽培適地一括表示マップ（適品種マップ）を図 7に示した。

なお、本報告では、すべてのマップは国土数値情報「土地利用 3次メッシュ（H28年度）」（国土交通省）のデータに基づいた、田のあるメッシュ（田の面積が 0 m<sup>2</sup>を超えているメッシュ）のみを着色したもののだが、田のないメッシュについても初日 day 1～ 最終日 day4 を算出しており着色表示可能である。

好適移植期間も「危険期間」も温暖な場所ほど初日は早く、最終日は遅いことから、マップ①-1（図 3）においては色分け表示した好適移植期間の最終日 day 2 が遅いほど好適移植期間が長い傾向があり、マップ①-2（図 5）においては色分け表示した「危険期間」の初日 day 3 が早いほど「危険期間」が長い傾向があった。

「なつほのか」の好適移植期間の日数は、早期栽培も可能であることから長いところではおよそ 3ヶ月間であった。栽培適地と判定した 1km メッシュは、県内の田のあるメッシュのほぼすべてであり、「ヒノヒカリ」と「にこまる」の栽培適地はすべて「なつほのか」の栽培適地に含まれた（図 7）。

「危険期間」が 1日以上ある「要注意地区」は、県内で最も温暖なメッシュグループで、自然条件的には比較的低緯度、低標高地であり、田のあるメッシュについて見るとそのほとんどが大村市以南

に分布しており、それ以外では佐世保市と東彼杵郡の海岸近くにごく少数見られるだけであった（図 5）。

「危険期間」は、好適移植期間の途中に出現し、その長さは、短いメッシュは 1日、長いメッシュはおよそ 1ヶ月間であった（表 4）。

対馬地域では全域で「にこまる」の栽培適地は見られず、田のあるメッシュのほとんどが「なつほのか」と「ヒノヒカリ」の適地（「にこまる」は不適地）であり、相対的に気温が高いごく一部のメッシュが「なつほのか」のみ適地であった（図 7）。

壱岐地域は島のほぼ全域が田のあるメッシュであり、およそ半数が 3品種とも栽培適地で、残り半分が「なつほのか」と「ヒノヒカリ」の適地（「にこまる」は不適地）であった（図 7）。

東彼杵郡から平戸市・松浦市までの地域では、相対的に気温が高い低標高地が 3品種とも栽培適地であり、さらに標高が上がると「なつほのか」と「ヒノヒカリ」の適地となり、最も標高が高いところには「なつほのか」のみ適地のメッシュがわずかにみられた（図 7）。

その他の地域はさらに気温が高い地域であり、低標高地が「なつほのか」と「にこまる」の適地（「ヒノヒカリ」は不適地）であり、標高が上がると 3品種とも栽培適地のメッシュがみられた。さらに標高が高くなると「にこまる」が不適地となり、それよりも高くなると「ヒノヒカリ」も不適地（「なつほのか」のみ適地）となるが、これらに該当するメッシュはわずかであった（図 7）。

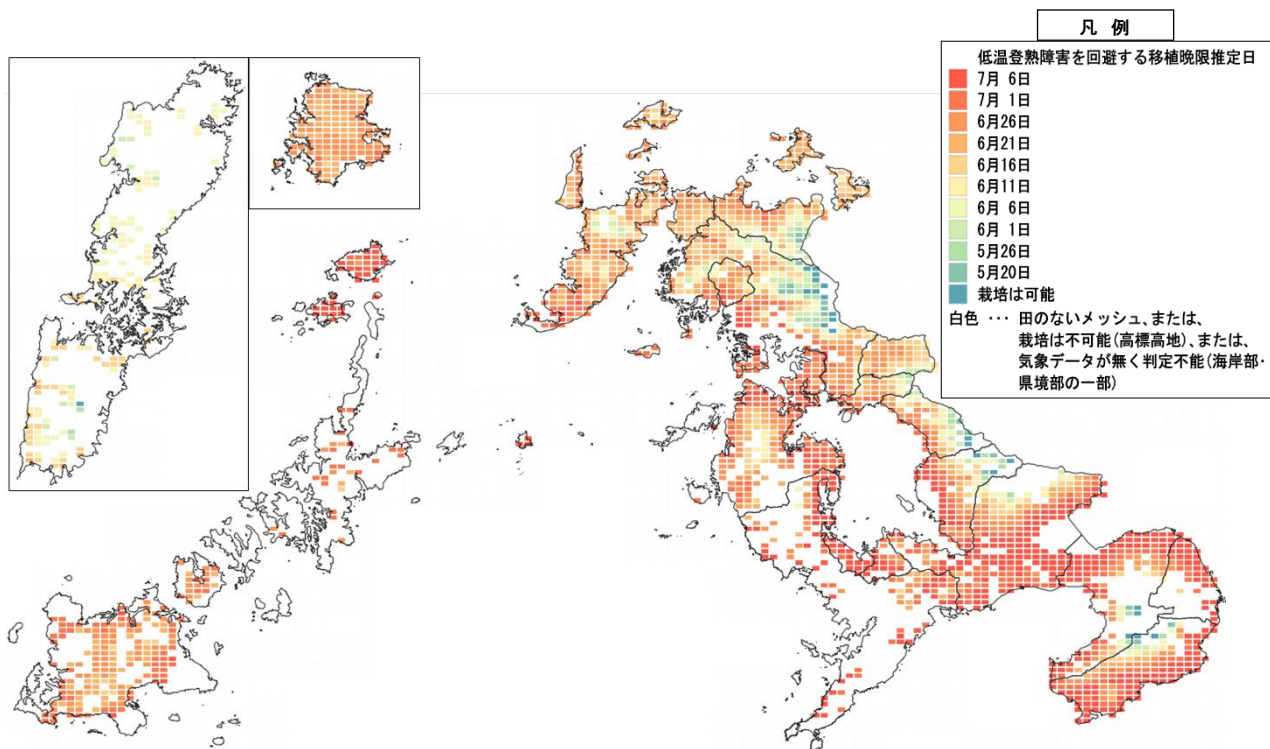


図3 ①「なつほのか」の栽培適地マップ【マップ①-1】  
 — 好適移植期間の最終日（低温登熟障害を回避する移植晩限） —  
 （田のあるメッシュのみを着色）

※階級区分は、基本的に暦日半月をひとつの階級とした。5月第6半月を例にとると、最終日 day 2 が 5/26, 27, 28, 29, 30, 31 のいずれかであるメッシュが同一階級に属する。そのうえで、凡例では階級内の最終日 day 2 の最も早い日（この例では 5/26）を「低温登熟障害回避のための移植晩限推定日」として示し、この日までの移植を推奨する表現とした。ただし、5月第5半月の階級は 5/20 を含めて6日間ひとつの階級とした。

※最終日 day 2 が 5/19 以前であるメッシュはまとめてひとつの階級とし、凡例では「栽培は可能」と示した。これは、「不適地とまでは言わないが、好適移植期間が短いので慎重に判断してほしい」という意味を込めている。

※最終日 day 2 が 7/ 6 以降のメッシュもまとめてひとつの階級とした。

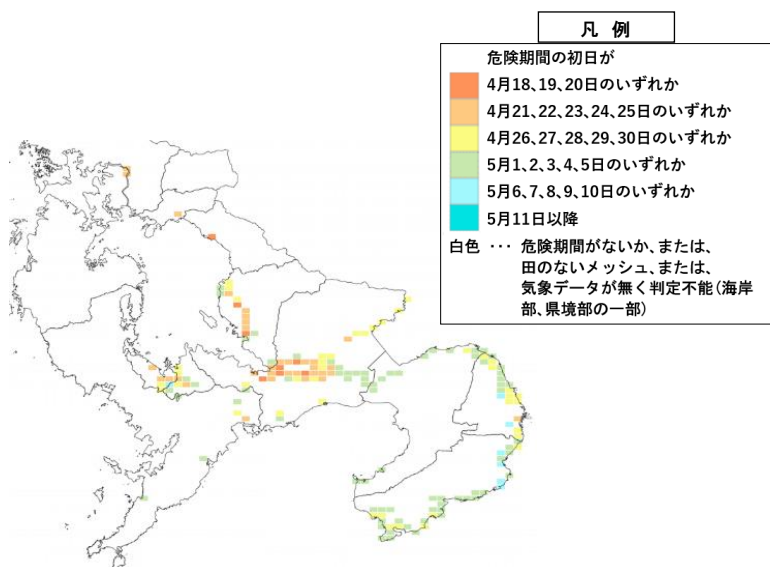


図5 ①「なつほのか」の栽培適地マップ【マップ①-2】  
 — 高温登熟障害発生の可能性が高い「要注意地区」 —  
 （田のあるメッシュのみを着色）

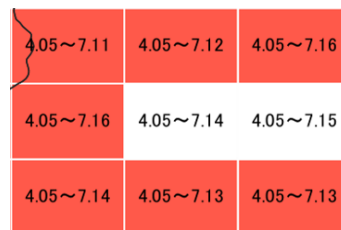


図4 マップ①-1の拡大図  
 ※好適移植期間の初日 day 1 と最終日 day 2 を文字で表示。

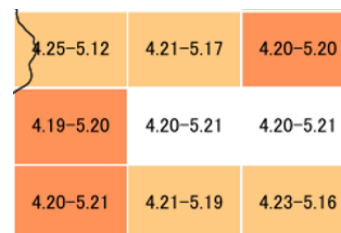


図6 マップ①-2の拡大図  
 ※「危険期間」の初日 day 3 と最終日 day 4 を文字で表示。



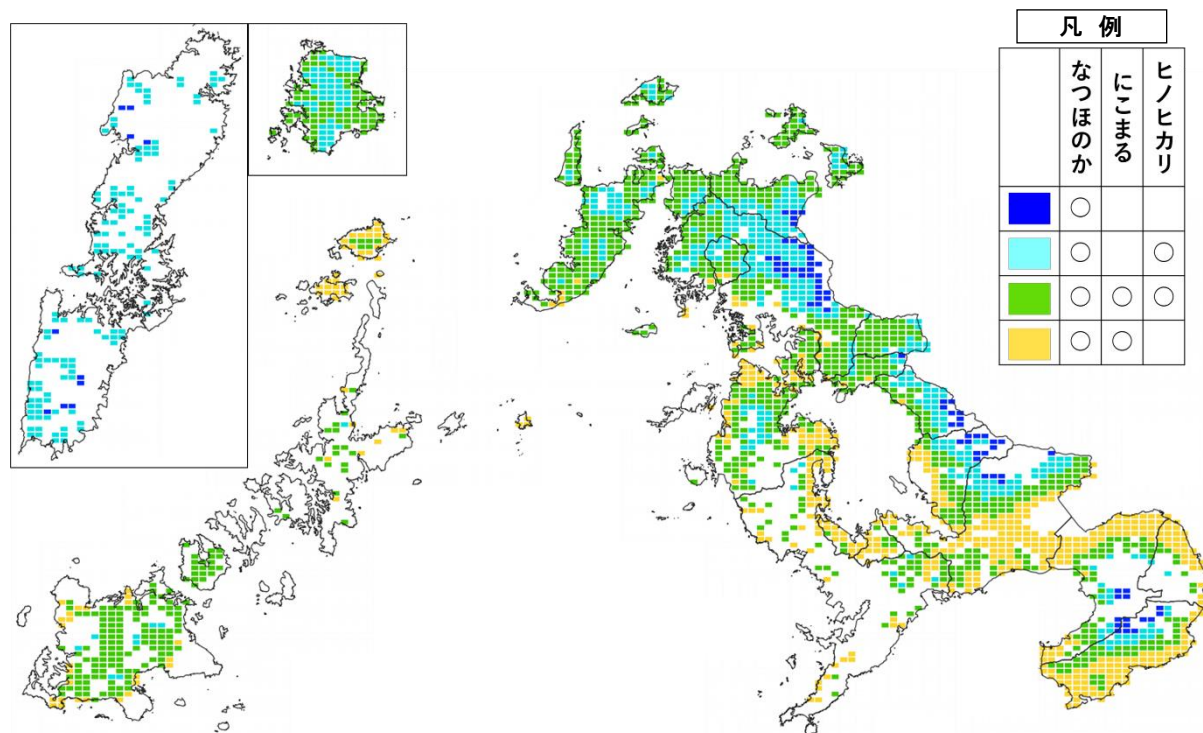


図 7 ②「なつほのか」, 「にこまる」, 「ヒノヒカリ」の栽培適地一括表示マップ (適品種マップ)  
(田のあるメッシュのみを着色)

※凡例の「○」は, 栽培適地であることを意味する.

#### 4. 考察

「なつほのか」は, 地域によっては早期栽培も可能で様々な水稻品種との組み合わせ, あるいは他品目との輪作・複合経営が可能な品種である. 作成した①「なつほのか」の栽培適地マップならびに②「ヒノヒカリ」, 「にこまる」, 「なつほのか」の栽培適地一括表示マップ (適品種マップ) は, 長崎県全域について 1 km メッシュ単位で「なつほのか」の適地または 3 品種の適地を示すことができた.

2016 年度に作成した「にこまる」と「ヒノヒカリ」の栽培適地マップは, 「近年の気温上昇により低品質の年が増えてきたにもかかわらず高温耐性品種への転換が進んでいない地区において, 品種転換への行動を促すための推進資料として」(古賀ら, 2018) 活用されてきた. しかし, 「にこまる」は秋の低温に弱い特性もあり, 地域によっては高温耐性品種の導入が進まない状況もあった. 早生の高温耐性品種である「なつほのか」の登場により, 高温耐性品種への転換が大きく進むことが予想される. 作成した「な

つほのか」関連マップは適切な導入地域や移植日の目安をわかりやすく示しており, 現場で利用され, 農業所得の安定化や米の安定供給に寄与できる.

好適移植期間には, 「高温登熟障害, 低温登熟障害による品質低下のリスクを考慮して, この期間内に移植することを推奨する」という意味が込められている. 当然ながら好適移植期間の日数は 1km メッシュによってばらつきがあり, 栽培適地と判定されたメッシュであってもその日数によって品質低下リスクの程度は異なる. また, 好適移植期間が短くなるほど, 1 経営体と同じ品種・作型および同じ人員・機械装備で栽培できる面積は小さくなる.

したがって, 好適移植期間を視覚化した栽培適地マップは, 好適移植期間の時期と長さを判断材料として, その品種を栽培するかしないかの意思決定だけでなく, 栽培面積や品種構成, 作業時期などを検討・決定する際の参考にもなり得るものである.

なお、品種に関わらず、好適移植期間の情報をとに生産者や産地ごとの生産・販売戦略を検討する際の留意点として次の2点を挙げる。一つは、移植時期を決定する際、地域の水利や共同乾燥施設の運営などもあわせて検討し総合的に判断する必要があるということである。もう一つは、産地単位などのように広く面的にではなく、圃場ごとなど点的に好適移植期間などを求めたい場合は、予測精度向上のため、実測気温による生育予測シミュレーションを行うことが望ましい。

気候変動への適応策としての品種・技術の開発・普及は、農業所得の安定化や米供給の安定化のために今後ますます重要性を増し、効果的・効率的な開発・選定と、速やかな普及に向けて関係者が一致協力して取り組む必要がある。栽

培適地マップや適品種マップについては、新たな優良品種が出てくればその品種について作成し、気温の上昇などが見られれば、新しい気象データにより既存のマップを再作成するなどの対応が必要になる。さらに、気温の長期予報の精度向上などのような技術の進歩に合わせ、より効果的かつ効率的な情報提示方法を検討し続ける必要がある。

また、水稲で蓄積された適地・適品種選定や品質低下リスクが低い移植時期の推定および適地マップ作成の手法は、水稲以外の果樹や露地野菜などにも応用でき、地球温暖化対策として食料供給の安定化や本県農業者の農業所得の向上に寄与する新たな技術開発への展開が期待される。

## 5. 摘要

1) 水稲高温耐性品種「なつほのか」の長崎県における栽培適地に関する2種類のマップを、農研機構メッシュ農業気象データ、生育予測式、shape形式の地図データおよびGISソフトウェアを用いて作成した。

2) 2種類のマップのうち、「なつほのか」の栽培適地マップは、高温登熟障害と低温登熟障害による品質低下のリスクが低い移植時期（好適移植期間）を1kmメッシュごとに示すものである。

3) もう一方の、「ヒノヒカリ」、「にこまる」、「なつほのか」の栽培適地一括表示マップ（適品種マップ）は、品質低下のリスクが低い品種を1kmメッシュごとに示すものである。

4) 「なつほのか」は長崎県内のほぼすべての水田で栽培可能であり、好適移植期間の日数は、長いところではおよそ3ヶ月間であった。「ヒノヒカリ」の栽培適地と「にこまる」の栽培適地はすべて「なつほのか」の栽培適地に含まれた。

## 6. 引用文献

船場 貢・下山伸幸・前田英俊・西村勝久. 1996

a. 長崎県下の水稲作期策定に関する研究. 第2報 DVR法を用いた出穂予測の適合性について. 日本作物学会九州支部会報. 62: 31-33.

船場 貢・寺島正彦・下山伸幸・田嶋幸一. 1996

b. 長崎県下の水稲作期策定に関する研究 第3報 水稲生育予測システムの開発. 日本作物学会九州支部会報. 62: 34-36

船場 貢・西村勝久・泉 省吾. 1997. 長崎県下

の水稲作期策定に関する研究 第4報 高温登熟に伴う品質の低下. 日本作物学会九州

支部会報. 63: 15-17

堀江武・中川博視・吉良知彦. 1986. イネの発育過程のモデル化と予測に関する研究(1) 発育動態の気象的予測モデルについて. 日本作物学会紀事. 55(別1): 214-215

市原泰博・船場 貢・古賀潤弥・土井謙児・大脇淳一. 2013. 長崎県下の水稲作期策定に関する研究 第8報 温暖化に対応した主要品種のDVR生育予測式. 日本作物学会九州支部会報. 79. 4-7

川方俊和・岡田益己. 1989. 発育指数を用いた水稲の幼穂形成始期と出穂期の推定. 農業気象.

45(3) : 137-142

気象庁. 2021. 日本の年平均気温偏差の経年変化 (1898~2021年). [https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/an\\_jpn.html](https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/an_jpn.html)(2022年1月10日閲覧)

古賀潤弥・土谷大輔・大脇淳一・佐田利行・岳田司・下山伸幸. 2007. 長崎県における水稲奨励品種「にこまる」の特性. 長崎県総合農林試験場研究報告(農業部門). 33. 1-18

古賀潤弥・中山美幸・田畑士希. 2015. 水稲普通期早生有望品種「なつほのか」の特性. 長崎県農林技術開発センター研究成果情報(<https://www.pref.nagasaki.jp/e-nourin/nougi/theme/result/H27seika-jouhou/shidou/S-27-17.pdf>)

古賀潤弥・中山美幸・田畑士希. 2017. 水稲「なつほのか」の高温による背白粒の発生を回避できる気温及びそれに対応した生育予測. 長崎県農林技術開発センター研究成果情報(<https://www.pref.nagasaki.jp/e-nourin/nougi/theme/result/H29seika-jouhou/fukyu/F-29-02.pdf>)

古賀潤弥・土井謙児・志賀光里・下山伸幸・船場貢. 2018. 長崎県における水稲品種「ヒノヒカリ」と「にこまる」の栽培適地マップの作成. 日本作物学会九州支部会報. 84 : 9-13

古賀潤弥・中山美幸. 2020. 水稲早生品種「なつほのか」の品質低下を回避する登熟期間の温度指標. 日本作物学会九州支部会報. 86 : 1-

5

中山美幸・古賀潤弥・田畑士希. 2016. 水稲普通期早生品種「なつほのか」の特性. 長崎県農林技術開発センター研究成果情報(<https://www.pref.nagasaki.jp/e-nourin/nougi/theme/result/H28seika-jouhou/fukyu/F-28-02.pdf>)

中山美幸・古賀潤弥. 2020. 水稲品種「なつほのか」の早期栽培における特性. 長崎県農林技術開発センター研究成果情報(<https://www.pref.nagasaki.jp/e-nourin/nougi/theme/result/R2seika-jouhou/shidou/S-02-12.pdf>)

農林水産省. 2021. 令和 2年地球温暖化影響調査レポート. <https://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/ondanka/attach/pdf/index-108.pdf>(2022年1月10日閲覧)

大野宏之・佐々木華織・大原源二・中園 江. 2016. 実況値と数値予報、平年値を組み合わせたメッシュ気温・降水量データの作成. 生物と気象. 16 : 71-79

Wit, C.T. de, R.Brouwer and F.W.T. Penning de Vries. 1970. The simulation of photosynthetic systems, Prediction and measurement of photosynthetic productivity; proceedings of the IBP/PP technical meeting, Trebon, 14-21 September 1969. Wageningen, Pudoc. p47-70

## Summary

1) We developed two kinds of map connected with suitability for cultivating heat-tolerant rice cultivar “Natsuhonoka” covering Nagasaki prefecture, using The Agro-Meteorological Grid Square Data (NARO), heading date prediction equation, shapefiles and GIS software.

2) One shows low-risk period for transplanting “Natsuhonoka” of each 1 km-grid: the risk of rice quality degradation by high-/low-temperature effects on rice-grain ripening.

3) The other shows what cultivar is suitable for cultivating in each 1 km-grid area out of the three cultivars: “Hinohikari”, “Nikomaru”, and “Natsuhonoka”.

4) “Natsuhonoka” is suitable for cultivating in almost all paddies in Nagasaki prefecture. Its low-risk period for transplanting is up to about 3 months, and is longer than that of the other two cultivars: “Hinohikari” and “Nikomaru”. Land suitable for cultivating “Hinohikari” or “Nikomaru” is included in land suitable for cultivating “Natsuhonoka”.