

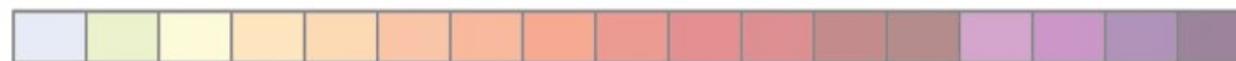
稲の高温耐性向上をもたらす H₂O₂プライミング法

新潟大学 自然科学系（農学部）
教授 三ツ井 敏明

2021年12月7日

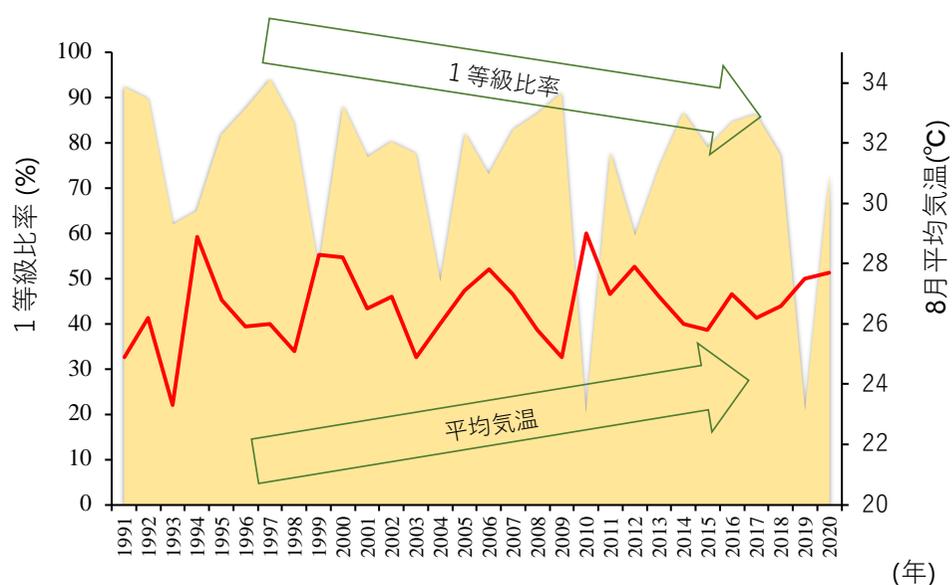
背景1

- ・ 植物は動けず、常に多種多様な環境ストレスに曝されている。
- ・ 地球温暖化による異常高温はイネなど重要作物の生産に大きな影響。
- ・ 気候変動が原因で引き起こされる干ばつや巨大化した台風による塩害の多発。



0 0.5 1 1.5 2 2.5 3 3.5 4 4.5 5 5.5 6 6.5 7 7.5

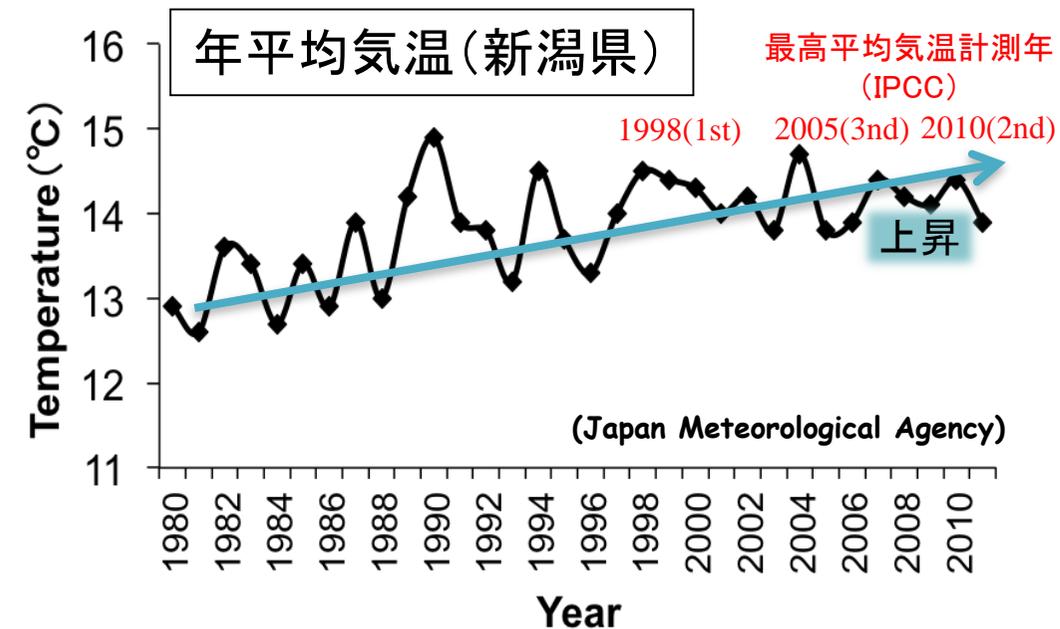
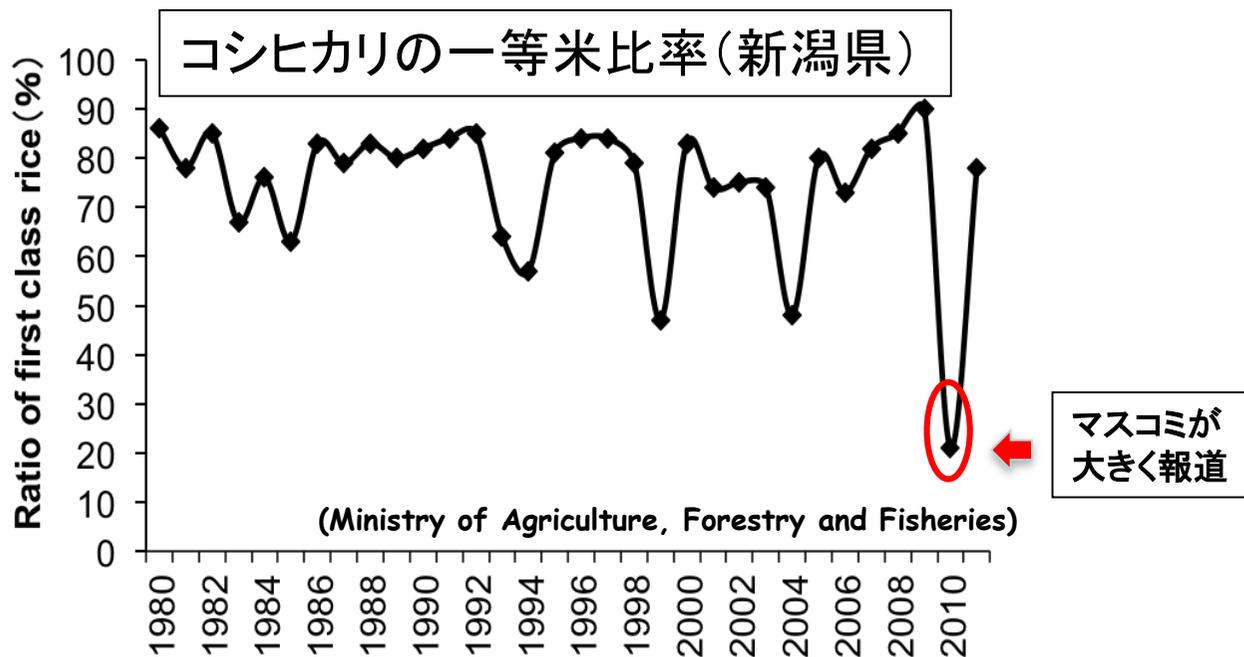
地球温暖化
(°C)



背景2

我が国においては、**特に夏場の猛暑**により、新潟県等の良食味米・高品質米の生産地でも**一等米比率が激減する問題**が生じている。一等米比率の低下は**米生産農家の収入減**にとどまらず、長期的には**産地のブランドイメージを損ないかねない**ことから、今後もより厳しくなる異常高温への対応は最重要課題の1つとなっている。

高温登熟によって一等米比率低下



白濁粒の発生



3 総合 13版 2010年(平成22年)10月25日(月曜日) (日神) 新潟 新潟

コメ王国は いま

1等米20% 衝撃走る

急落

瀬戸際の秋

県産米の現況

項目	新潟	新潟
作況指数	98	100
1等米比率	28.1%	44.2%
卸売価格 (千円/減)	1万5300円	1万5300円

※作況指数は9月15日現在の農水省まとめ、1等米比率は15日現在の農産物検査結果に基づく。卸売価格は全農本部のコンシカ91等米、かつこは前年対比。

白濁米とは？



整粒



心白米



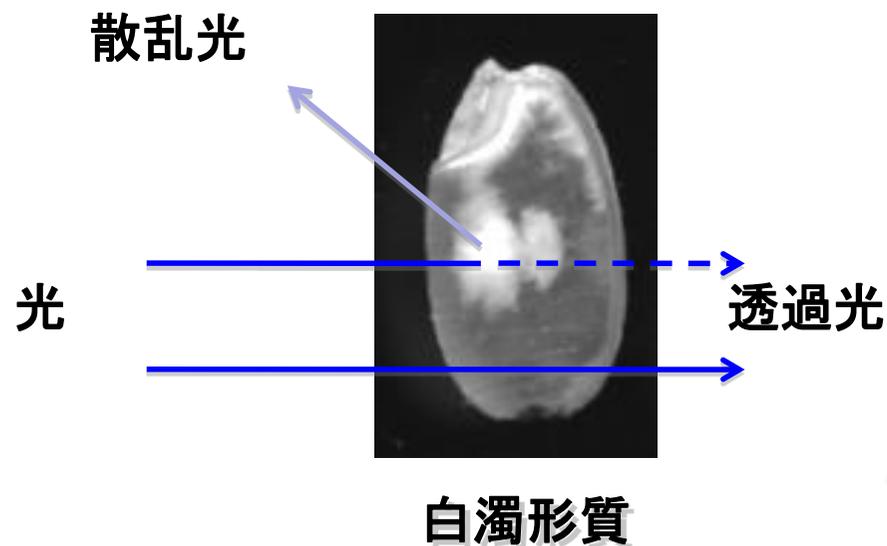
背白米



基白米



乳白米



イネ登熟期に高温ストレスを受けると登熟種子中の α -アミラーゼ遺伝子が高発現することによりデンプン粒が分解され、玄米の白濁化が助長される。

従来技術とその問題点

1. 高温耐性品種の作出

→耐病性や食味など一部の有用形質が劣る、
県単育成品種の場合、他県での普及は認められない。

2. 移植時期の遅延(晩植)

→気候が安定しないため、
登熟期が高温となる可能性がある。

3. 疎植栽培や土壌診断による施肥の適正化

→収量が減少する、労力、費用が増加する。

依然として十分な問題解決に至っていない。

新技術の特徴

- ・ **H₂O₂は、活性酸素種**の1つであり、生体内で過度に発生すると、脂肪酸、生体膜、DNA等を酸化損傷するため有害であり、プログラム細胞死やがん化などの原因になるといわれる。しかし、**低濃度のH₂O₂**はシグナル分子として機能することも知られている。
- ・ 本新技術は、**低濃度H₂O₂プライミング**による**稲の高温登熟耐性の向上**をもたらすものである。

従来技術との比較

1. 高温耐性品種の作出

→これまでに普及している安定栽培の確立した
良食味品種や**多収品種**を用いることが出来る。

2. 移植時期の遅延(晩植)

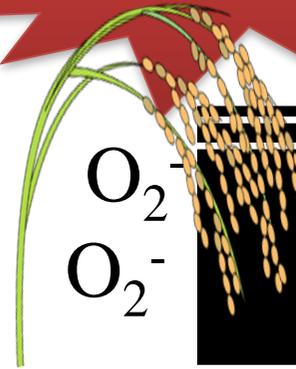
→短期気象予報を用いて**処理予定を変更可能**。

3. 疎植栽培や土壌診断による施肥の適正化

→蜜植にも対応可能であり、
簡素で**安価な高温耐性付与技術**である。



異常高温



MSD1

(活性酸素を消去するスカベンジャー)

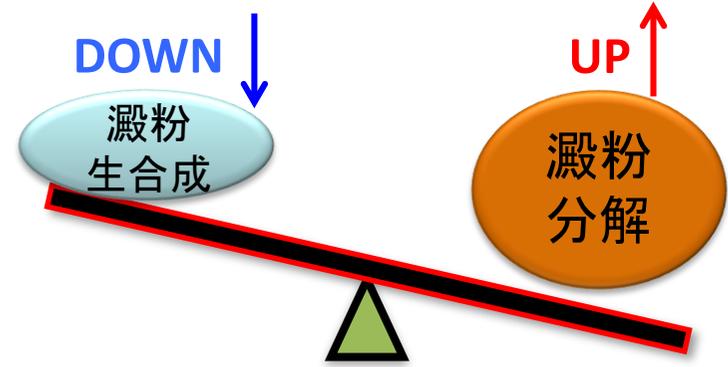


バランス異常

正常な澱粉代謝

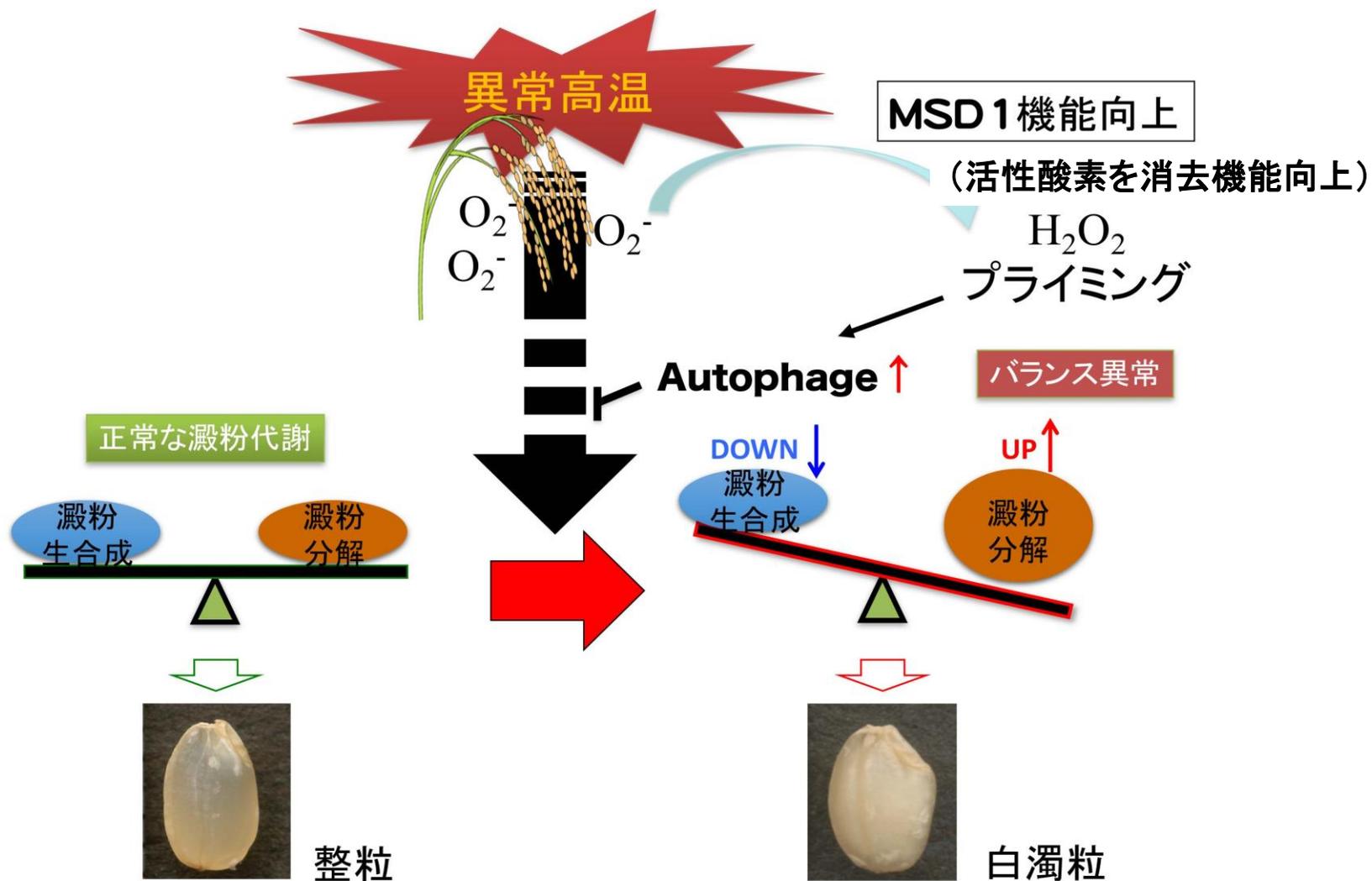


整粒



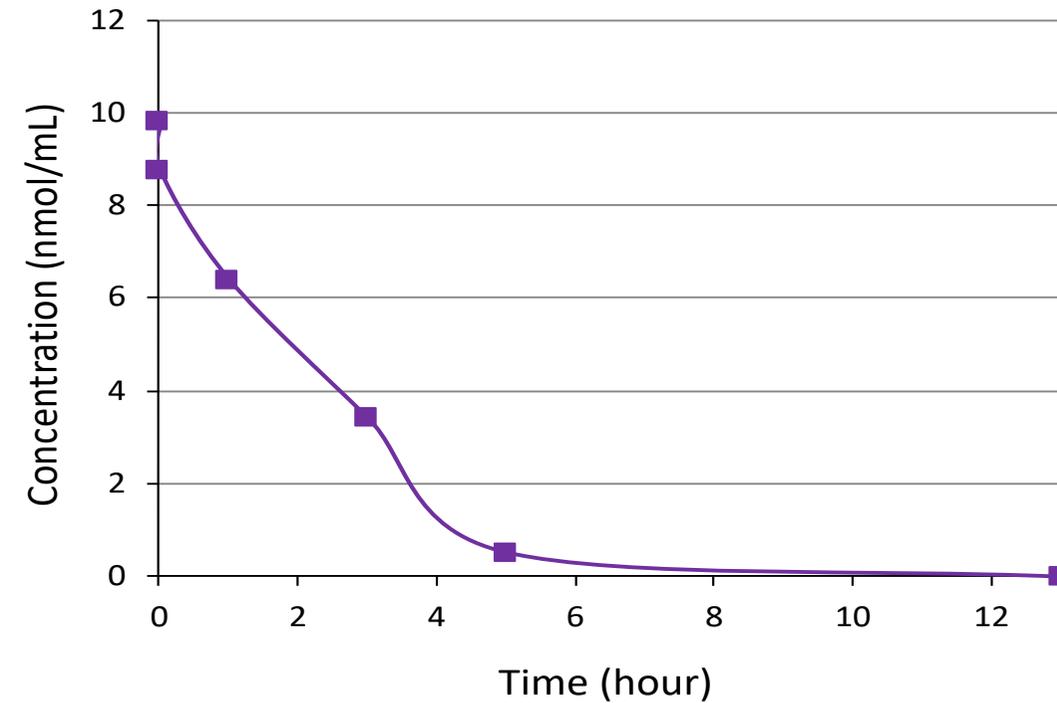
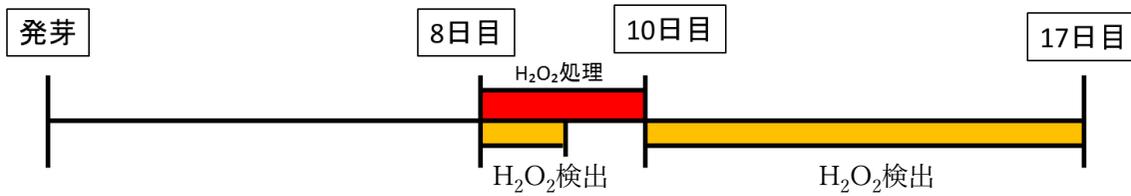
白濁粒

H₂O₂プライミングによる 高温登熟耐性の付与メカニズム

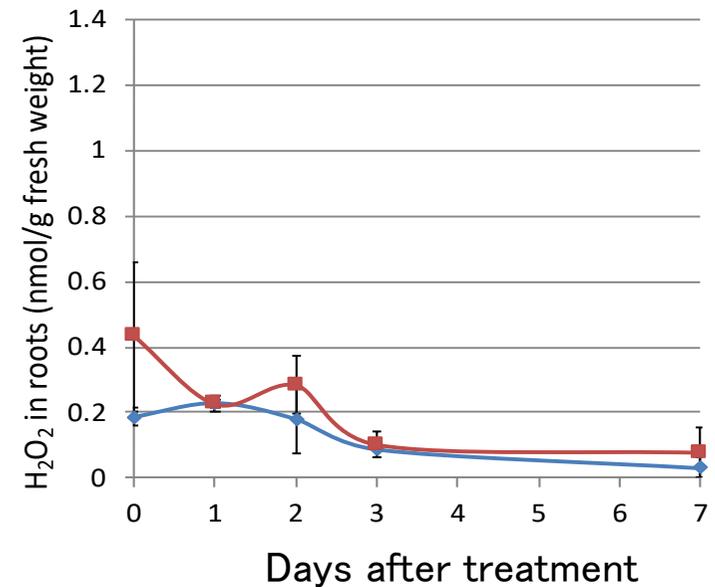
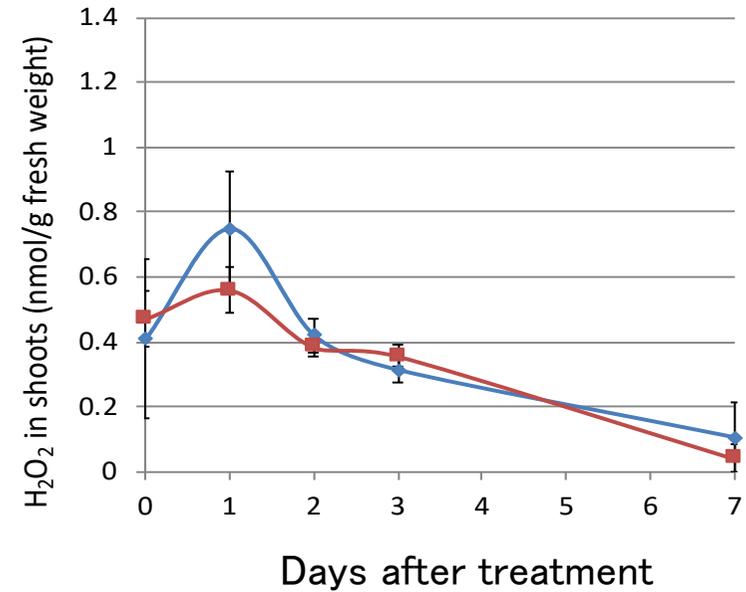


H₂O₂プライミングによる高温登熟耐性の付与メカニズム

実験例：① H₂O₂の残留性

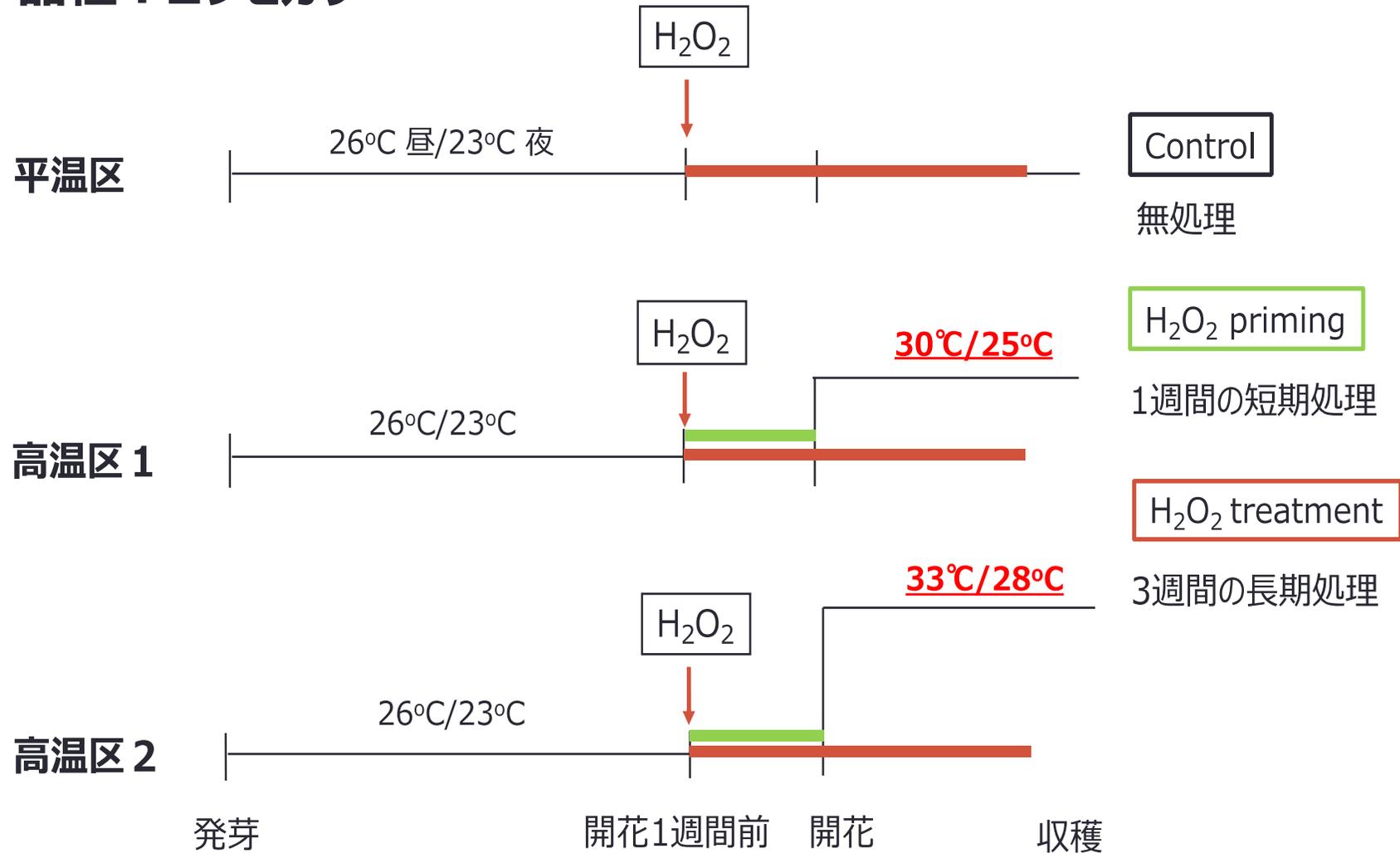


10μM H₂O₂ 処理水中の H₂O₂ の分解



実験例：②生殖成長期における 10 μ M H₂O₂プライミング処理

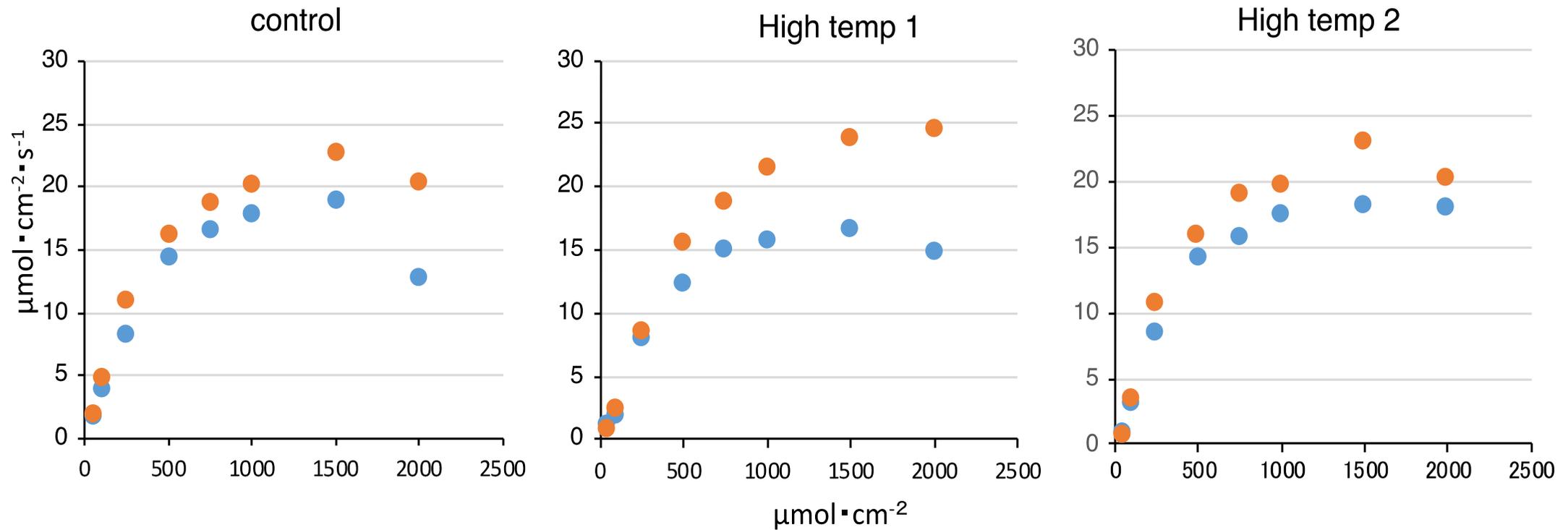
品種：コシヒカリ



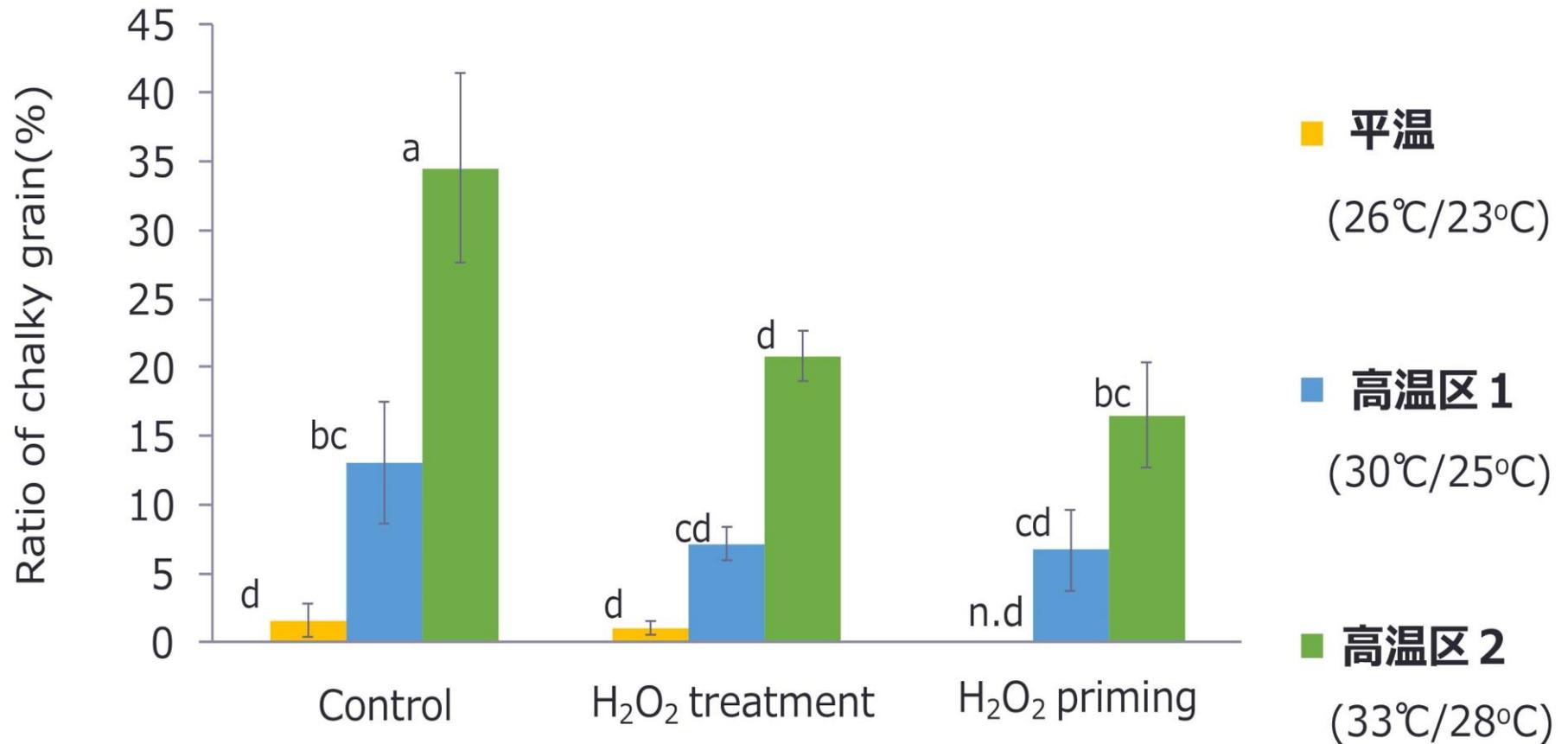
生殖成長期におけるH₂O₂プライミング処理のダイヤグラム

実験例：②登熟期の光合成能に及ぼす H₂O₂プライミングの効果

● H₂O₂ priming
● Control

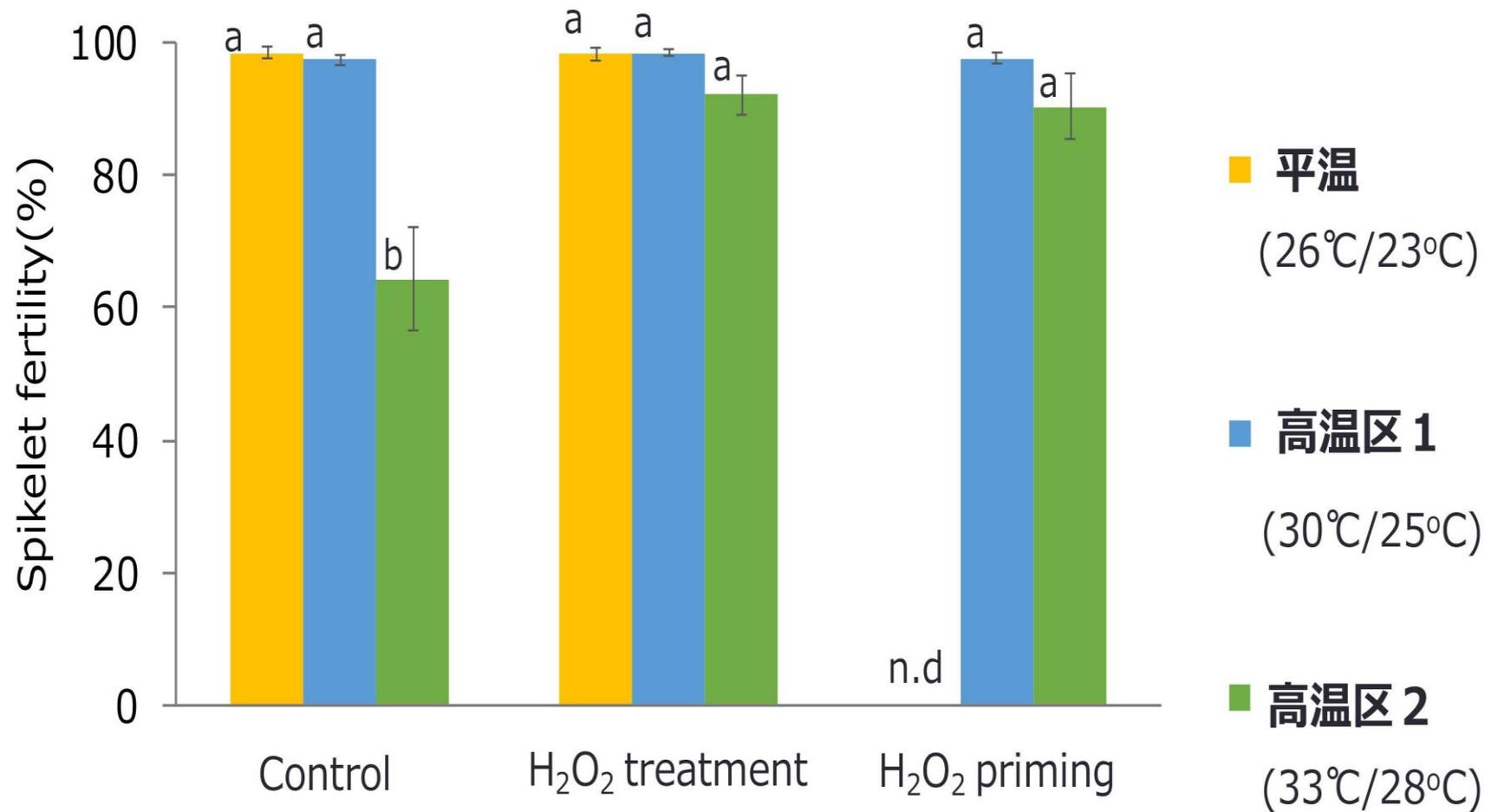


実験例：③高温登熟による玄米品質に及ぼす H₂O₂プライミングの効果



n.d.:not determined (Tukey test p<0.05)

実験例：④高温不稔に及ぼす H₂O₂プライミングの効果



n.d: not determined (Tukey test p<0.01)

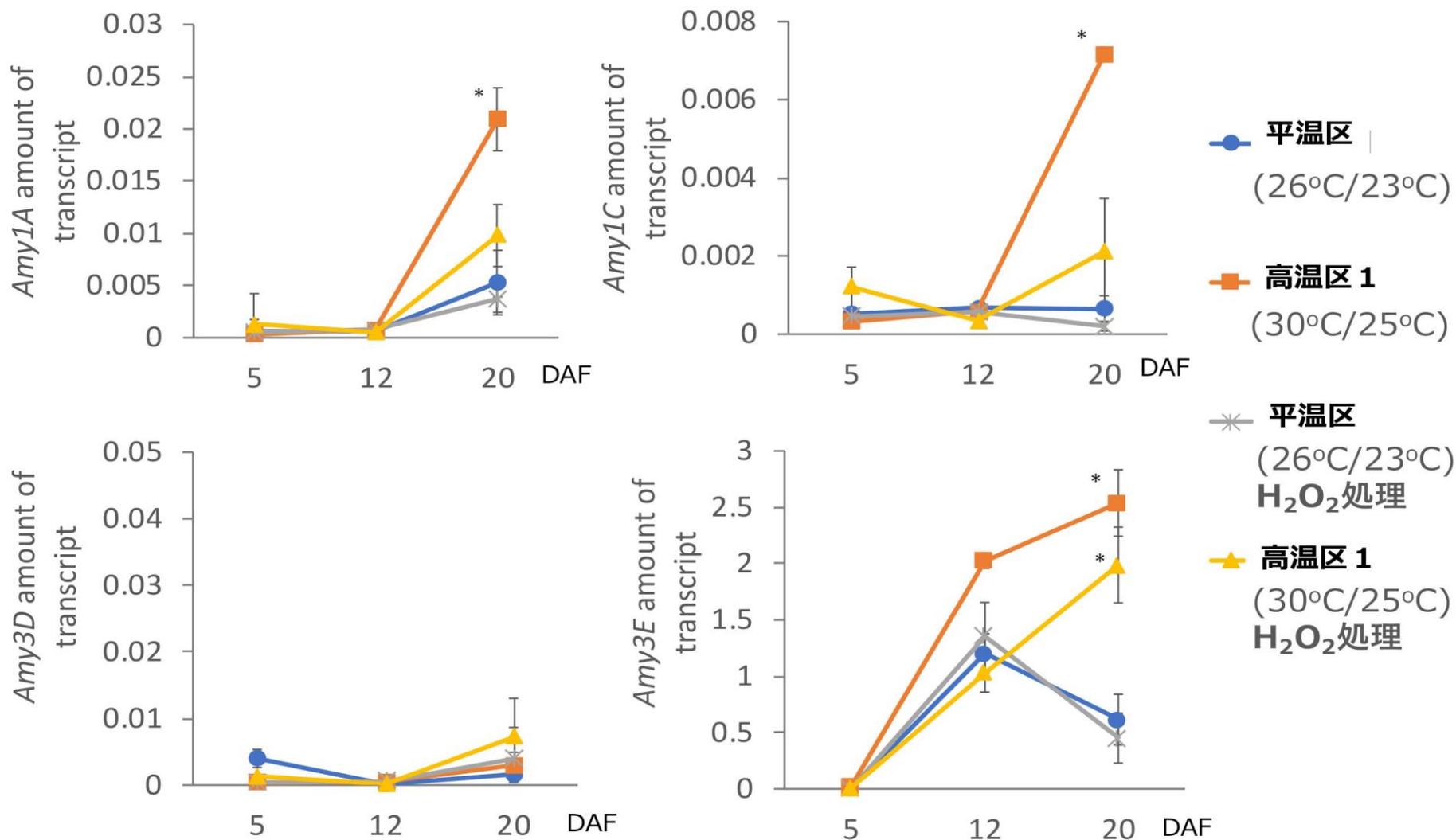
実験例：⑤高温区1における登熟種子の遺伝子発現に 及ぼすH₂O₂プライミングの影響



登熟種子の様子:DAF, 開花後日数

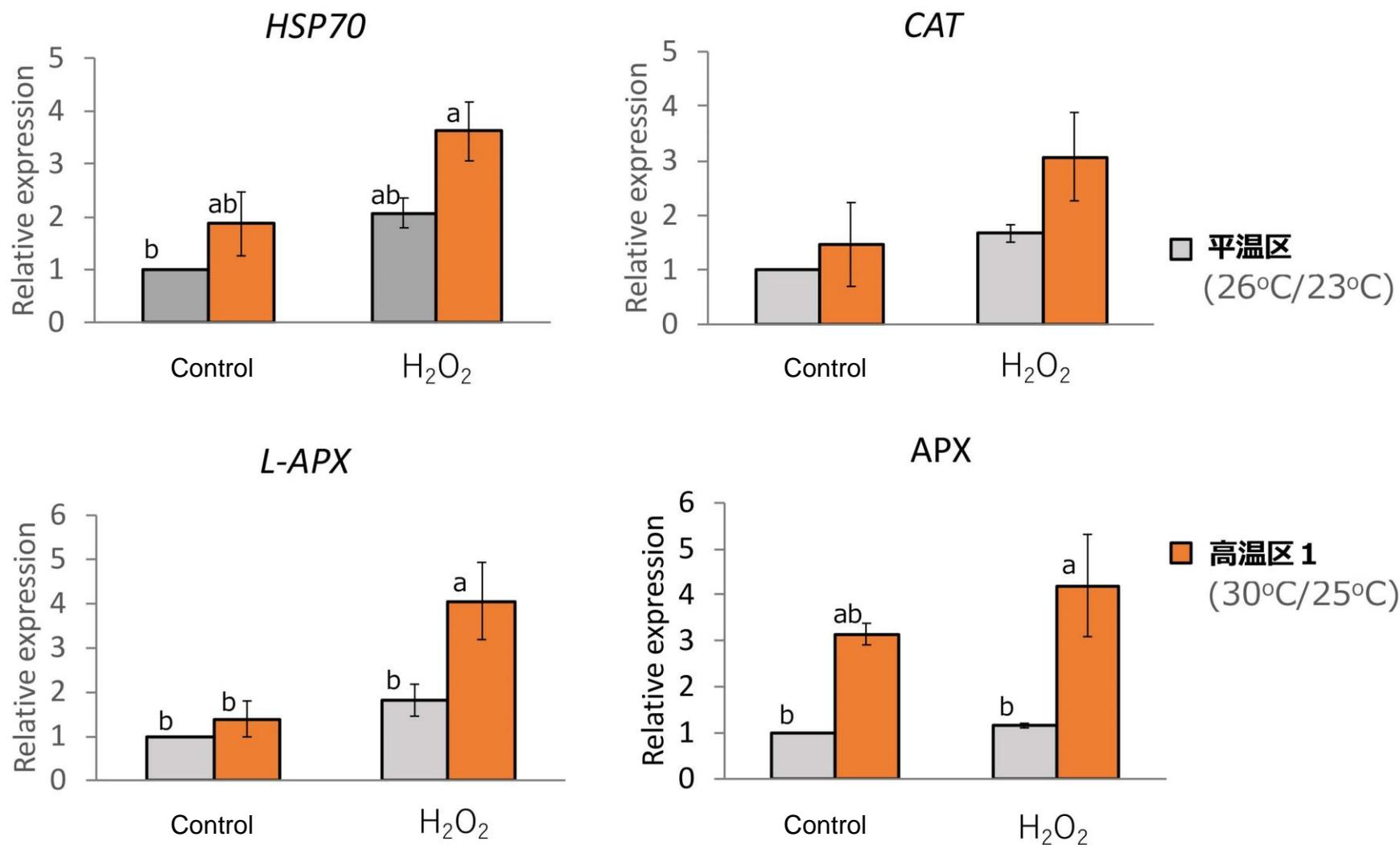
平温区と高温区1の開花後5・12・20日目の子実におけるα-アミラーゼアイソフォーム遺伝子の発現に及ぼすH₂O₂プライミング処理の効果を実タイムPCRで調べた。

実験例：⑤高温区1における登熟種子の遺伝子発現に及ぼすH₂O₂プライミングの影響



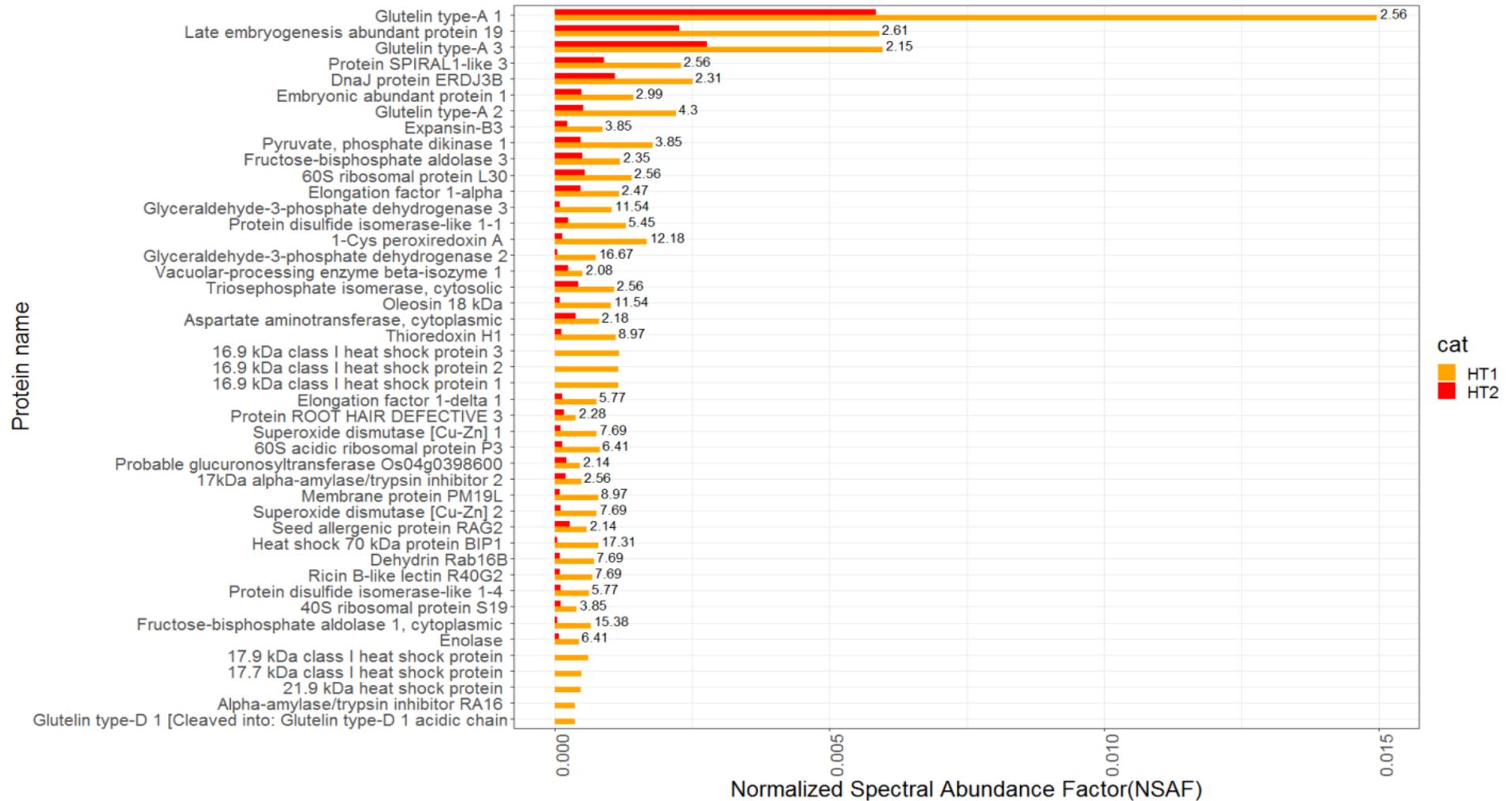
α-アミラーゼ遺伝子の高温発現誘導に及ぼすH₂O₂プライミングの効果

実験例：⑤高温区1における登熟種子の遺伝子発現に及ぼすH₂O₂プライミングの影響



HSP70, CAT, APX遺伝子の高温発現誘導に及ぼすH₂O₂プライミングの効果

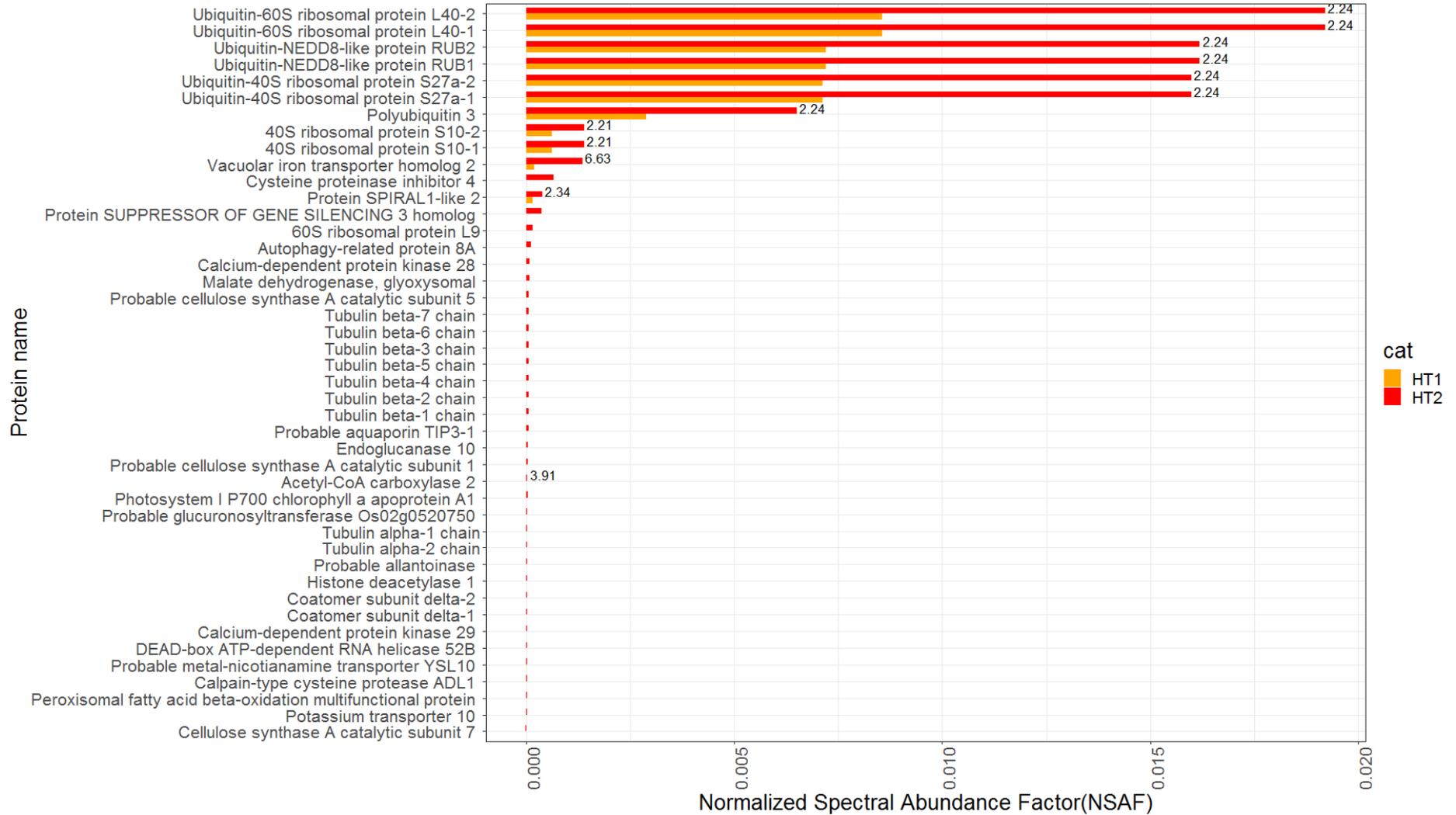
実験例：⑥高温登熟種子のペプチドーム解析



高温登熟による登熟種子ペプチドームの変化

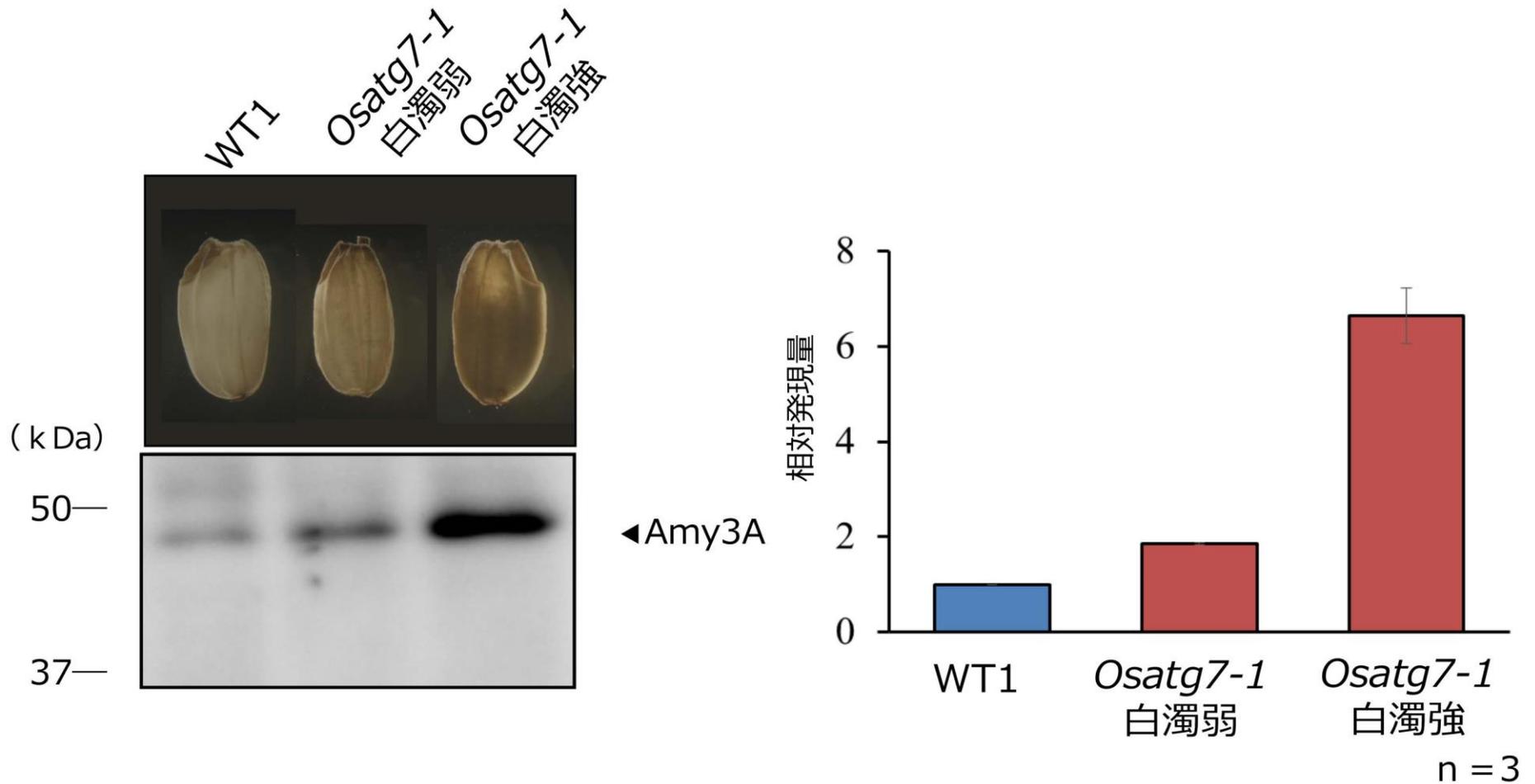
平温区 (NT)、高温区1 (HT1)、高温区2 (HT2) からDAF14の登熟種子のペプチドームを解析した。横軸の値は、HT1/NTとHT2/NT比、数字はHT1/HT2比を示す。

実験例：⑥高温登熟種子のペプチドーム解析



高温区1と高温区2の登熟種子ペプチドームの相違
横軸の値は、HT1/NTとHT2/NT比、数字はHT2/HT1比を示す。

実験例：⑦オートファジー機能欠損変異体 (*Osatg7*) の登熟種子における α -アミラーゼアイソフォーム遺伝子の発現解析

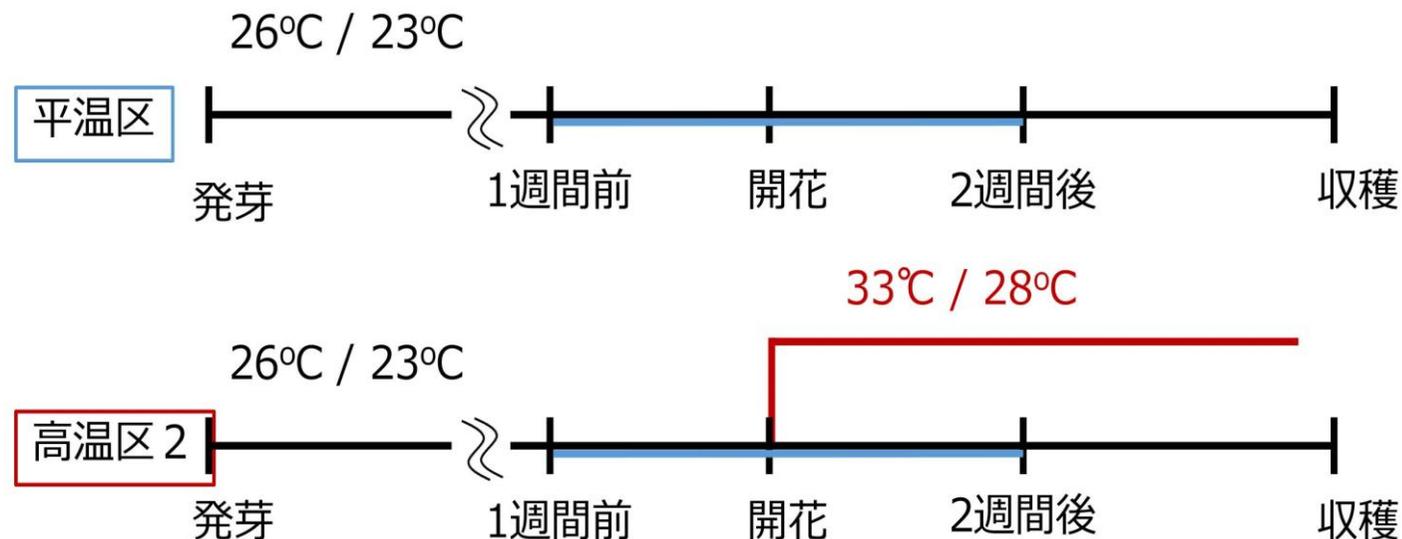


平温条件で栽培した*Osatg7*変異体の登熟種子における
*Amy3A*遺伝子の発現

実験例：⑦登熟種子のオートファジー機能に及ぼす H₂O₂プライミングの影響

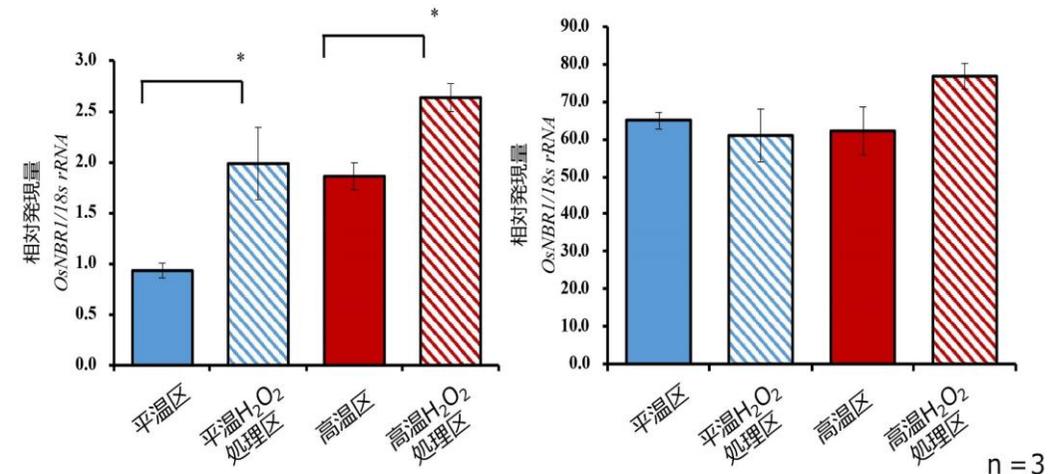
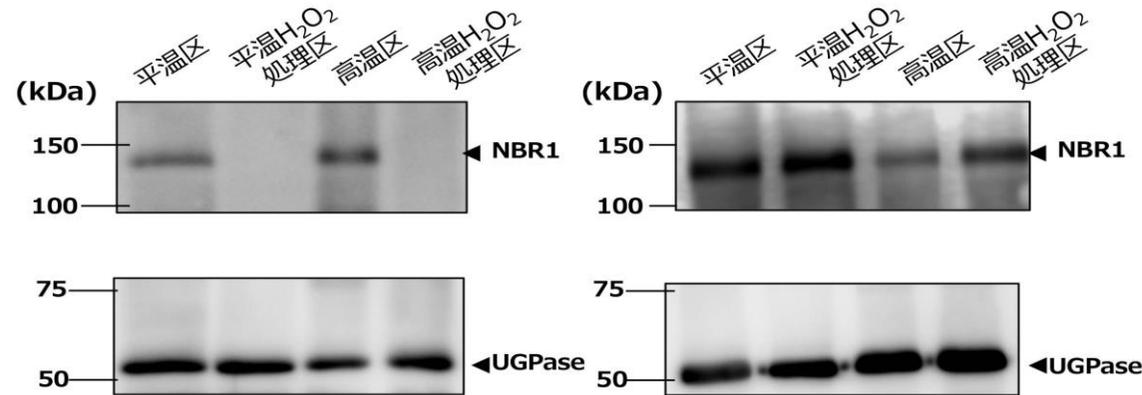
高温区2において、オートファジー機能が増加することに注目し、オートファジー機能に及ぼすH₂O₂プライミング処理の影響を調べた。

平温区と高温区2のDAF5およびDAF14の登熟種子からタンパク質及びRNAを抽出し、オートファジーの分解機能の指標として知られているNBR1の存在量を解析した。加えて、完熟種子の酸化タンパク質の解析を行った。



実験系：イネ品種はコシヒカリ、温度条件は平温区と高温区2、H₂O₂プライミング処理は開花1週間前から実施した。

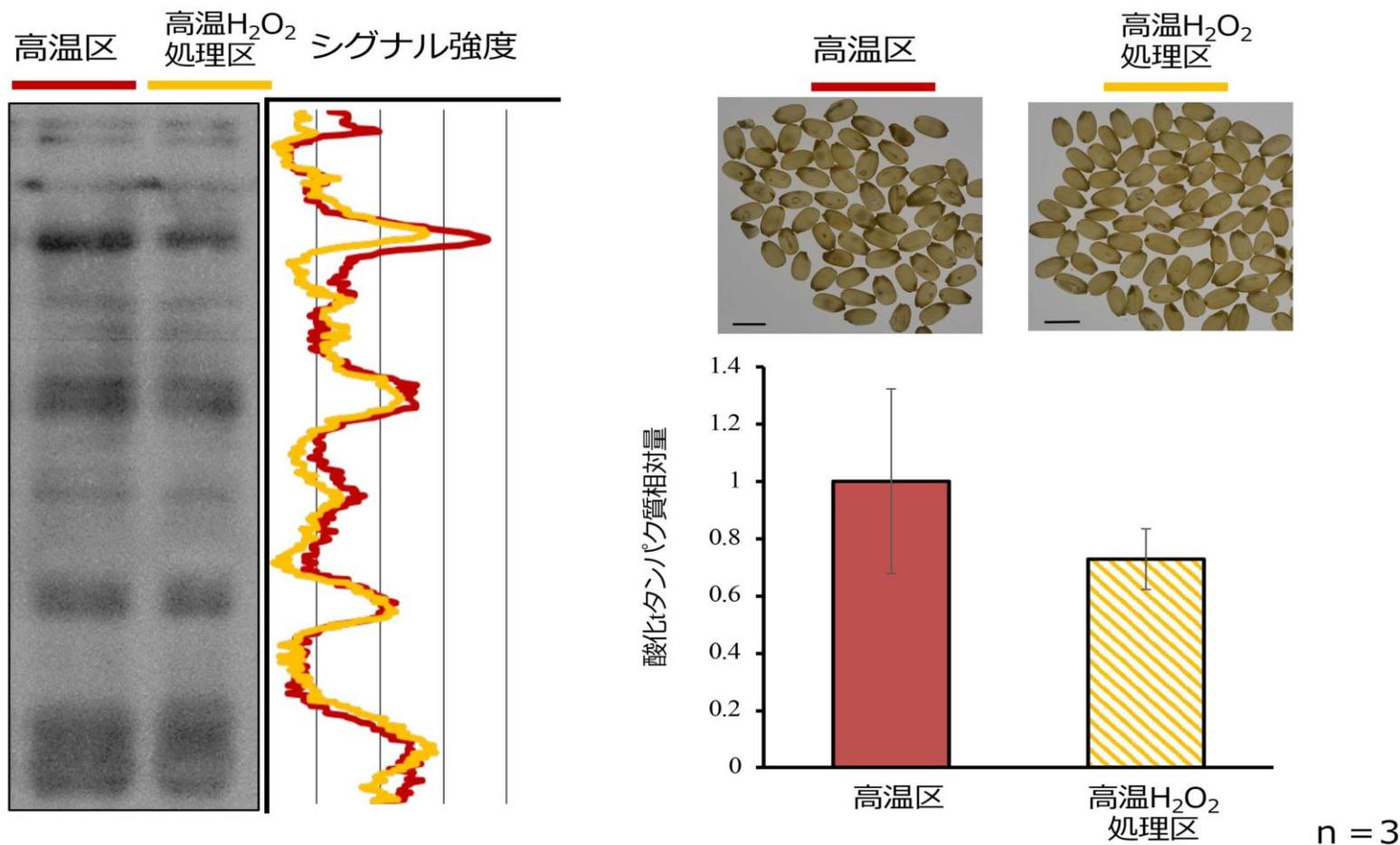
実験例：⑦登熟種子のオートファジー機能に及ぼす H₂O₂プライミングの影響



登熟種子におけるオートファジー
分解基質NBR1の存在量に及ぼす
H₂O₂プライミング処理の効果

登熟種子におけるオートファジー
分解基質NBR1のmRNA存在量に
及ぼすH₂O₂プライミング処理の効果

実験例：⑦登熟種子のオートファジー機能に及ぼす H₂O₂プライミングの影響



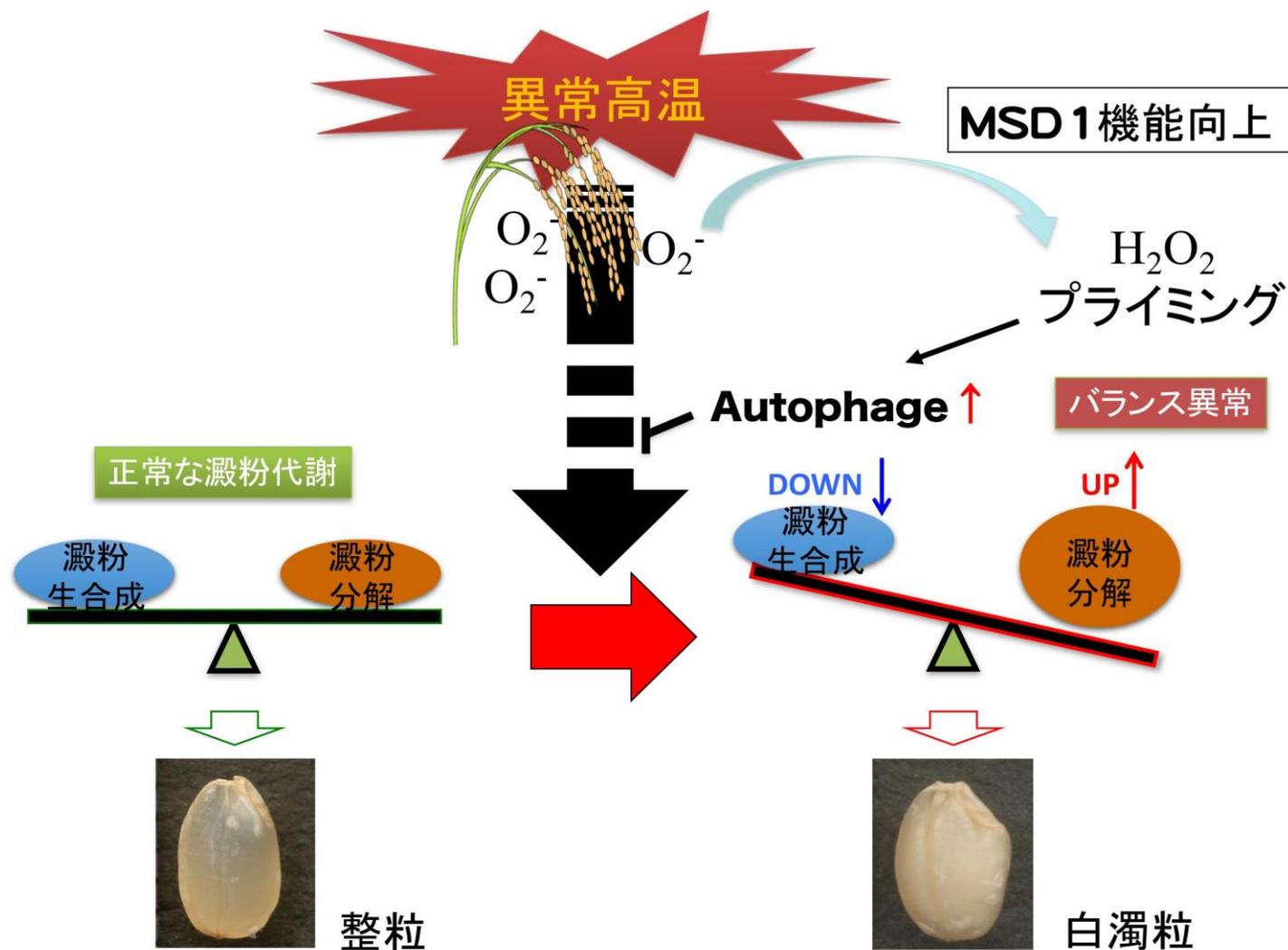
高温登熟種子におけるタンパク質酸化に及ぼす
H₂O₂プライミング処理の効果

実験例：⑧高温耐性コシヒカリNU1号に及ぼす
H₂O₂プライミングの影響（令和3年度）

	H ₂ O ₂ 処理	対照
整粒	92.9 %	85.5 %
未熟粒	5.6 %	12.4 %
被害粒	1.5 %	1.8 %
死米他	0	0.3 %

	H ₂ O ₂ 処理	対照
水分	13.5 %	14.1 %
玄米タンパク質	5.8 %	6.0 %
玄米アミロース	19.4 %	18.2 %
脂肪酸度	17	17
スコア	79	78
味度値※2	86	84

H₂O₂プライミングによる 高温登熟耐性の付与メカニズム



H₂O₂プライミングによる高温登熟耐性の付与メカニズム

新技術の特徴

- H_2O_2 プライミングによって稲の光合成能が上昇
- H_2O_2 プライミングによって高温登熟性が向上
- H_2O_2 プライミングによって稲の高温不稔が改善

想定される用途

- ・ 稲の収量増加剤
- ・ 稲の高温登熟耐性付与剤
- ・ 稲の高温不稔耐性付与剤

実用化に向けた課題

- 圃場レベルで実験データを詳細に取得
- 気象条件に応じた H_2O_2 プライミングの条件設定
- 圃場レベルでの施用方法の最適化

企業への期待

- 未解決の圃場レベルでの最適化は、企業との共同研究により克服できると考えている。
- バイオスティミュラントの製剤化・肥料化技術を持つ企業との共同研究を希望。
- また、新規バイオスティミュラントを開発中の企業、農業分野への展開を考えている企業には、本技術の導入が有効と思われる。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 植物に環境ストレス耐性を付与する方法
- 出願番号 : 特願2019-226340
- 出願人 : 国立大学法人新潟大学
- 発明者 : 三ツ井敏明

お問い合わせ先

新潟大学地域創生推進機構

TEL 025-262-7554

FAX 025-262-7513

e-mail; onestop@adm.niigata-u.ac.jp