

機関番号：82111

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20580018

研究課題名(和文) 閉花受粉性イネ突然変異体の開花期耐冷性・耐暑性の解析

研究課題名(英文) Cool and hot tolerance of the cleistogamous rice mutant at the flowering stage

研究代表者

小池 説夫 (KOIKE SETSUO)

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター・やませ気象変動

研究チーム・専門員

研究者番号：60355279

研究成果の概要(和文):通常の花が咲くイネに比べて、花が咲かない突然変異の閉花性イネは、暑さ(38℃)あるいは寒さ(12℃)の温度処理にて稔実歩合が高く、障害を受けにくかった。閉花性イネは、めしべの上に受粉する花粉の数が非常に多く、また発芽している花粉数が通常のイネに比べて多かった。閉花イネでは花の中の温度が外気温より2℃低いことが分かった。このことが暑さの害を低くしていると推測された。

研究成果の概要(英文): Fertility percentages of the cleistogamous rice mutant were higher than those of the wild type varieties treated at 38C or 12C (hot or cool) conditions at the flowering stage. In the case of hot treatment, the cleistogamous rice was advantageous in pollen number on stigma and germinated pollen number than those of wild one. The temperature inside of cleistogamous rice spikelet was 2C lower than that of air temperature, and this may contribute to reduce hot temperature damage in cleistogamous rice.

交付決定額

(金額単位:円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2009年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
総計	3,700,000	1,110,000	4,810,000

研究分野：温度ストレス作物生理学

科研費の分科・細目：農学・作物学雑草学

キーワード：イネ、耐暑性、耐冷性、閉花性イネ、稔実歩合、花粉数

1. 研究開始当初の背景

(1) 開花しないイネ突然変異体が、台中65号をメチルニトロソウレア(MNU)で誘発し

た集団から見いだされ、superwoman1-cleistogamy (spw1-cl; 略称 cl)と名付けられた。開花せずに受粉し正常

に稔実するイネ突然変異体として初めての例である。この性質を利用すれば花粉飛散による遺伝子拡散を抑制できるため新聞に取り上げられるなど注目を集めた。

(2) 開花と受粉は受精を決定する重要なステージであり、開花中の冷温および高温ストレスは受精を阻害する。閉花受粉イネの場合には、開花しないことが温度と湿度の変化の影響を減ずることに加えて、葯と柱頭との距離が接近しているため受粉障害を軽減できると考えられる。これらのことから、閉花受粉イネは開花期冷温障害および開花期高温障害の回避に有利な材料であると想定された。

(3) イネの開花期冷害は、穂ばらみ期冷害に次いで水稻収量に深刻な被害をもたらす。穂ばらみ期冷害は深水灌漑や施肥技術により軽減の可能性もあるが、開花期冷害は育種的な改良による回避以外に有効な手だてがない。開花期冷害のメカニズムは、1)開花直前の花ほど冷温感受性が高く、2)冷温中の開花は受精率が低下すること⁴、3)冷温により開花遅延している間に花粉のデンプンが浪費されることが関与していること明らかにされていた。

(4) 通常のイネでは、開花に伴い花糸が伸長して葯が穎（えい：籾になる部分）の外へ出て行く。これに連動して葯が裂開して花粉が飛散する。葯の裂開の実現にはデンプンの充実による花粉の肥大が必要である。冷温ストレスによりこの一連の展開に異常が生じると受粉効率が低下する。ところが、閉花受粉の場合には、葯は穎から出ず、柱頭との距離は接近しているため、葯の裂開が一部分でも受粉する可能性があると考えられる。しか

し、開花期冷害に関して閉花受粉イネが有利であることは、適当な材料となるイネがなかったためこれまで解析されずにきた。

(5) 一方、開花期の高温障害については、1) 開花中の花が最も高温に感受性が高く、2) 開花 1 時間後には急速に耐暑性が確保されること、3) 受粉と花粉発芽障害に基づく不稔が障害の原因であることや、4) 花粉の膨潤による葯の裂開が高温により阻害されること等が明らかにされてきた。さらに、5) まだ開花途中に葯が裂開して受粉する特性や、6) 早朝に開花して高温を回避する特性が耐暑性イネ品種の特性として注目されることが指摘されていた。これらの事実は、穎がとじることによって湿度の保持されることや、葯が柱頭に隣接していることが高温障害回避に有利であることを示唆している。従って、閉花受粉のイネを用いれば、高温障害回避には閉花受粉が有利であるとのことの証明が可能であると考えられた。

このように、閉花受粉性イネの開花期耐冷性および耐暑性を解析することは、開花期温度ストレス耐性の遺伝子源として利用する際に必須の基礎的知見を提供できると考えた。

2. 研究の目的

盛夏の野外生育条件では閉花となることが確認されているので、野外条件育成ならびに自然光・人工光人工気象室育成の開花期イネを用いて 12℃等の冷温や 38℃等の高温処理の実験を行う。柱頭上の受粉花粉数、柱頭上の発芽花粉数、稔実歩合について観察・計測することにより、閉花受粉イネと通常の開花受粉イネの温度ストレスの影響の相異を明らかにする。これにより、閉花受粉イネの

冷温障害および高温障害の特性が解析でき、開花せずに受粉することが温度ストレス耐性とどのように関連するかを明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

閉花受粉性突然変異イネ (spw1-cl5) は、幼穂形成期の生育温度が高いと閉花性となり、通常の生育温度 (昼/夜 ; 26°C/20°C) では開花性となる。円形 20 粒播きポットを自然光人工気象室で生育させた後、幼穂形成初期から人工光人工気象室において明期 30°C 一定時間を含む 26°C/20°C で生育させて閉花性イネを誘導した。

(1) 高温処理は、温度ストレスに最も感受性の高い出穂 2 日後に 38°C 3 時間・4 時間・5 時間の高温処理を行い、冷温処理は 12°C 4 日間・5 日間処理を行った。

稔実歩合は、出穂 2 日後の穂の上位 4 枝梗の一次枝梗ならびに二次枝梗の先端穎花の特定穎花を対象にした。

(2) 特定穎花の柱頭をアセトカーミン染色後、柱頭上花粉数および発芽花粉数を実体顕微鏡下で計測した。

(3) 穎花基部に開けた小孔から熱電対を挿入して、高温処理中の閉花性イネ穎花内温度を測定した。

4. 研究成果

(1) 38°C 3 時間の高温処理後の稔実歩合は、開花性イネが 44% のところ閉花性イネでは 62% であり、18% 高かった。38°C 4 時間処理後では、開花性イネが 38% のところ閉花性イネでは 55% であり、17% 高かった (図 1)。一方、12°C 4 日間の冷温処理後の稔実歩合は、開花

性イネが 33% のところ閉花性イネでは 59% であり、26% 高かった。12°C 5 日間処理後では、開花性イネが 19% のところ閉花性イネでは 50% であり、31% 高かった (図 2)。高温および冷温処理後の稔実歩合は、いずれも閉花性イネの方が高く、温度ストレスに耐性が高いという結果であった。

(2) 閉花性イネが高温処理に耐性が高い理由を解析するために、柱頭上受粉数と発芽花粉数を測定した。この結果、38°C 5 時間の処理では閉花性イネの柱頭上受粉数は、高温処理後の受粉数が開花性イネに比べて非常に多く、高温処理をしない対照区とはほぼ同程度であった (表 1)。発芽花粉数は、高温処理により大幅に減少したが、閉花性イネは開花性イネに比べてやや多かった (表 1)。閉花性イネは高温ストレス下でも受粉に有利であることが示唆された。

(3) 閉花性イネの穎花内温度を測定するために、熱電対を用いて直接穎花内温度を測定した。この結果、高温処理条件では穎花外気温が 38.8°C の時に閉花性イネの穎花内葯上部の温度は 36.8°C であり、2°C 低かった (図 3)。穎花内温度が低いことが、高温ストレス回避に寄与してことが示唆された。

このように、開花性イネに比べて、閉花性イネは 38°C および 12°C 処理のいずれにおいても稔実歩合が高かった。閉花性イネは、柱頭上受粉数は非常に多く発芽花粉数ではやや優っていた。閉花性イネの穎花内葯上部の温度は外気温より 2°C 低く、高温ストレス回避に寄与していることが示唆された。

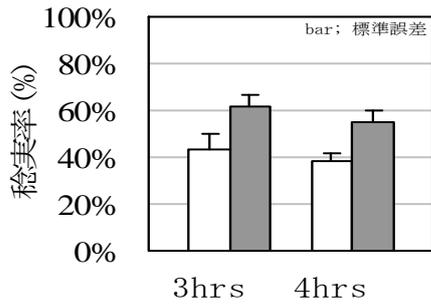


図1 38℃3時間と4時間処理後の稔実歩合 (白抜きが開花性イネ、グレーが閉花性イネ)

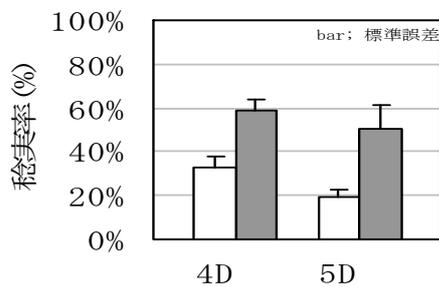


図2 12℃4日間と5日間処理後の稔実歩合 (白抜きが開花性イネ、グレーが閉花性イネ)

表1 柱頭上花粉数と発芽花粉数の結果

	対象区	38℃5時間	38℃5時間
開閉状況	閉花	閉花	開花
稔実歩合 (%)	91.1	28.0	15.3
柱頭上花粉数	59.2	50.7	15.8
調査柱頭数	40	18	20
発芽花粉数	14.7	2.7	1.5
調査柱頭数	10	18	9

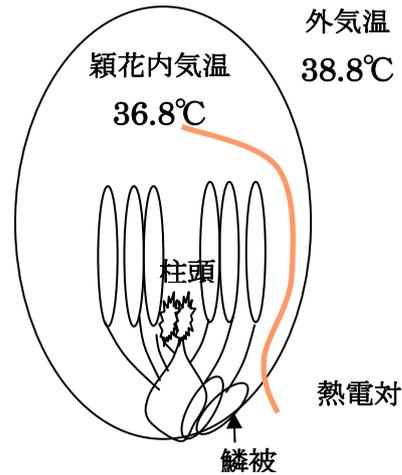


図3 閉花性イネの穎花内温度の測定

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計0件)

[学会発表] (計0件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小池 説夫 (KOIKE SETSUO)

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター・やませ気象変動研究チーム・専門員
研究者番号：60355279

(2) 研究分担者

林 高見 (HYASHI TAKAMI)

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター・やませ気象変動研究チーム・主任研究員
研究者番号：00355281

山口 知哉 (YAMAGUCHI TOMOYA)

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター・やませ気象変動研究チーム・主任研究員
研究者番号：10355282

吉田 均 (YOSHIDA HITOSHI)
独立行政法人 農業・食品産業技術総合
研究機構 作物研究所・稲遺伝子技術研
究チーム・主任研究員
研究者番号：30355565