

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 27 日現在

機関番号：13701

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011 ～2012

課題番号：23658015

研究課題名（和文）受粉と収量から見た温暖化条件において最適なイネの穂の位置

研究課題名（英文）Ideal panicle height under global warming from the view point of pollination and yield

研究代表者 松井 勤 (MATSUI TSUTOMU)

岐阜大学・応用生物科学部・教授

研究者番号：70238939

研究成果の概要（和文）：高温不稔がしばしば発生する中国荊州市において，群落内の穂の位置及び群落構造と不稔発生との関係を水田条件で検討した．モデル実験から群落内 40cm の深さで開花した穂の稔実率は，より高い位置で開花した穂の稔実率よりも有意に低かった．稔実率は，開花時に振動を与え受粉を促進することで回復したことから，その原因は穂の周辺の風が弱くなることにあると考えられた．

研究成果の概要（英文）：Effects of position of panicle and structure of community on occurrence of floret sterility were examined with rice plant in the paddy field in China where the high temperature induced floret sterility often occurs. Simulated experiment showed that fertility of floret flowered at 40cm depth was lower than those flowered higher position. Recovery of the seed set at 40 cm depth by vibration that ensure the pollination suggest that the low wind inside of the canopy induce the poor pollination and sterility.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	3,000,000	900,000	3,900,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農学・作物学・雑草学

キーワード：環境・植物・ストレス

1. 研究開始当初の背景

世界的に見て，肥沃な水田は都市化等により失われ続けており，コメの生産基盤は弱体化し続けている⁽¹⁾．さらに，地球の温暖化による高温障害⁽²⁾と人口増加により，近い将来，コメの需給バランスが崩れる懸念がある．世界の人口の半分はイネを重要なカロリー源としており，コメの安定供給は作物学の重要な課題である．イネの草型の改良は，群落の光合成速度を増し，耐肥性を高めることで収量の増加に貢献してきた．現在も草型の改良

はイネの収量増加のための重要な手段のひとつである⁽³⁾．しかしながら，さまざまな草型の改良が，収量を決定付ける生殖成長に及ぼす影響については全く検討されていない．

現在，世界的に多収のために進められているイネの草型の改良は，「上位葉の直立を保ったまま長くする」「穂を低くする」ことが中心である⁽⁴⁾．光合成速度の低い穂による遮光を避ける事で，群落の光合成能力を高めている．このような改良は，高温条件下でのイネの受粉や受精にどのような影響を与えてい

るだろうか。応募者らは、2003年に、長江流域で高温不稔が大発生したのを機に、同地域においてハイブリッドライスと先進的な草型を持つ、いわゆる“スーパーライス”の受粉生態と温度耐性に関する調査を続けてきた。応募者らは、この調査を通じて、受粉の安定性とイネの形には密接な関係があることに気がついた。すなわち、スーパーライスに限らず、穂が群落の低い位置にある場合、多くの花粉が開花後も葯内に残り、受粉が不安定なる傾向があり、高温条件下では受粉が不安定になることで、不稔が発生し易いことに気がついたのである。

引用文献

- (1) Penning de Vries et al. 1999. Land degradation reduces Maximum Food Production in Asia. In Horie et al. eds. World food security and crop production technologies for tomorrow. 17-24.
- (2) Nakagawa et al. 2004. Effects of climate change on rice production and adaptive technologies. In 'Rice Science: Innovations and Impact for Livelihood. IRRI, pp.635-658.
- (3) Peng et al. 2008. Progress in ideotype breeding to increase rice yield potential. Field crop research 108:32-38.

2. 研究の目的

本研究は、応募者が進める「地球温暖化がイネの収量に与える影響とその対策に関する研究」の一環として行うものである。世界のイネ研究者は、イネの多収量化に向けて、上位葉を長く、穂が群落内の低い位置に来るようにイネの草型を改良しつつある。本研究では、実はこの改良が高温条件下での不稔発生という負の効果をもつ場合のあることを圃場条件において実証的に示す。

その負の効果をもつ場合を微気象条件や葉面積と関連付けて量的に示すことで、イネの育種目標としての理想型(Ideotype)に対し、温暖化条件下で求められる修正を明確にする。

3. 研究の方法

実験には、高温弱風条件が必要である。しかしながら、人為的な風が受粉や受精に及ぼす影響(Matsui et al. 1997)は、圃場条件での観察と一致しない。そこで、夏季に弱風条件が成立しやすく、イネの高温不稔が頻発する長江大学の農場で実験を行った。以下に2カ年にわたる実験方法の概要を示す。

(1) 2011年度

試験地に均一なイネ群落を作成し、「群落内に、ポット栽培しておいた開花期のイネを配置する」方法により、群落の草冠高に対する穂の高さを違い、高温低風速条件下で穂の高さがイネの受粉および受精に及ぼす影響を検討した。均一なイネ群落を形成する品種として中国スーパーライスを、群落内に配置するイネとしてIR72を用いた。穂の高さとして、草冠表層から、0cm、20cm、40cmを設けた。開花時には穂の温度を計測し、開花終了後に穎花をサンプリングし、柱頭に付着した花粉数、柱頭上で発芽した花粉数を調査した。また、成熟期には主として処理期間中に開花した穂を対象として稔実率を調査した。

(2) 2012年度

中国のイネコアコレクションより、草型が大きく異なる品種を含む中国のイネ12品種を選抜し、乱塊法に基づき群落条件で栽培した。出穂期に穂の周辺の並びに個体群全体の群落構造、穂の位置を調査した。開花時に穎花をサンプリングし受粉の安定性、花粉の発芽を観察した。また、出穂日を穂毎に調査し、収穫期に各穂の稔実率を調査した。

4. 研究成果

(1) 2011年度

群落内では表層から40cmの深さまで、深くなるほど気温は低く、湿度は高く、風速は小さかった。高温不稔の発生に直接かかわるとされる花の温度は、群落表層より40cmの位置で、それよりも高い位置の花の温度よりも有意に低かった。それにもかかわらず、表層より40cmの位置で開花したと考えられる穂の受精率は、表層から20cmまでの高さで開花したと考えられる花の受精率よりも有意に低かった。不稔の発生率と柱頭上で発芽した花粉の数が10粒未満であった花の割合との間には有意な相関関係が認められ(図1)、柱頭上で花粉の発芽数の減少が不稔の発生に強く関わっていると考えられた。さらに、発芽花粉数と柱頭に付着する花粉数との間には強い相関関係が認められ(図2)。不安定な受粉が群落の深さ40cmにおける不稔の増加に関わっていると考えられた。

同様に観察された群落の深さ40cmにおける不稔の増加、不安定な受粉は、開花時に花に振動を与えることで回復した。この結果から

，群落の深い位置における受粉・稔実の不良は，風による穂の振動が少ないことによると考えられた。

近年，中国では，群落の光合成効率を高めるために穂の位置を低くする改良が効果を挙げ，世界的に注目されている。しかしながら，本研究の結果は，このような改良がイネの受粉を不安定にし，収量に負の影響を与える可能性があることを示す。

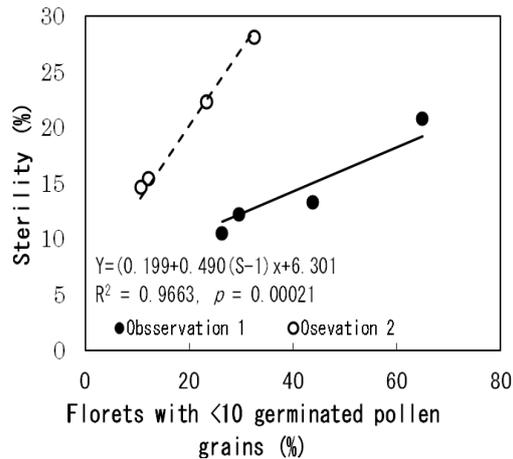


図1. 葉群内のさまざまな高さで開花した小花における10粒以上発芽した花の割合と稔実率との関係。

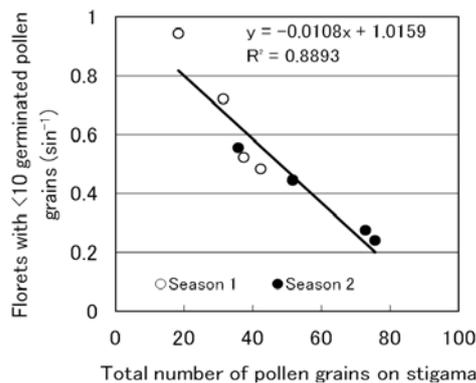


図2. 開花後柱頭に付着した花粉数と柱頭上で発芽した花粉の数が10粒未満の花の割合との関係。

表1. 葉群内のさまざまな高さで開花した穂の稔実率。

処理	不稔率(%)		
	作期1	作期2	平均
0	10.5 a	14.7 a	12.6 a
-10	12.2 a	15.4 a	13.8 a
-20	13.3 a	22.4 a	17.8 a
-40	20.8 a	28.1 b	24.5 b

(2) 2012年度

この年度の実験において，出穂・開花期間中の高温と弱風に伴う20%程度の稔実率の低下を観察した。不稔率の変化は，出穂後5日間の受粉が不安定な花の割合とよく一致した。また，稔実率低下時の不稔率の品種間差異は，受粉不良の花の割合でよく説明された。受粉不良時の受粉不良花の割合の品種間差異は，群落における葉群の傾斜角度と開花時に葯の基部と頂部に生じた裂開の長さの和との重回帰によりよく説明され($R^2=0.7244$)，葉が水平に近いほど，また，葯の裂開が小さいほど受粉不良の花が多くなると考えられた。

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2件)

- ① Yoshimoto, M., Fukuoka, M., Hasegawa, T., Matsui, T., Tian, X., Vijayalakshmi, C., Singh, M.P., Tin Tin Myint, Weerakoon, WMW, Lafarge, T., Lur, H.S., and Tarpley, L. 2011: MINCERnet: A global research alliance to support the fight against heat stress in rice. *J. Agric.Meteorol.*, 68:149-157, 2012 (査読あり)
- ② Kobayasi, K., Matsui, T., Murata, Y. & Yamamoto, M.: Percentage of dehisced thecae and length of dehiscence control variations among rice cultivars in pollination stability at high temperatures. *Plant Production Science* 14:889-95. 2011. (査読あり)

〔学会発表〕（計 1 件）

- ① Tanveer Tazib, Tsutomu Matsui, Shouta Yamada, Yuriko Kobayashi, Hiroyuki Koyama, QTL analysis of anther dehiscence in rice(*Oriza sativa* L.).
Jpn J. Crop Sci. 82 Ext. 1:426-427. 2013
年 3 月 28 日

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松井 勤 (MATSUI TSUTOMU)

岐阜大学・応用生物科学部・教授

研究者番号：70238939

(2) 研究分担者

該当なし

(3) 連携研究者

該当なし