

水稻の高温登熟障害抑制のためのかけ流し灌漑による 水田水温、葉温、地温、群落内気温低下

Decrease in water, rice, soil, air temperature under continuous irrigation with running cool water for preventing high temperature damage to rice grain ripening.

○宇尾卓也* 西田和弘* 吉田修一郎* 塚口直史**

Takuya Uo, Kazuhiro Nishida, Shuichiro Yoshida, Tadashi Tsukaguchi

近年、地球温暖化、田植え時期の早期化、早稲品種の普及などを原因とした水稻の高温登熟障害が問題となっている。この高温登熟障害を抑制する対策の一つとして、灌漑と同時に排水を行う、冷水かけ流し灌漑が注目されている。かけ流し灌漑は、大量の水を使用するため、これをより実用的な対策法とするには、かけ流し灌漑による水温、葉温低下効果を正確に把握する必要がある。そこで、本研究では、異なる水量、水深の下で昼間及び夕方からのかけ流し灌漑試験を行い、かけ流し灌漑による水田水温、葉温、群落内気温、地温低下を評価した。

試験方法

かけ流し灌漑試験は石川県立大学の試験水田で行った。面積約 13 a の水田を 2 枚用意し、1 枚を昼間にかけ流し灌漑を行うかけ流し水田として、もう一枚を湛水状態に維持した対照水田として用いた(Fig.1)。かけ流し試験は、流量、水深を組み合わせ、出穂後 1 週目から 3 週目(8/9-31)に行った(Table1)。8/17-8/31 の灌漑試験は 15 日間かけ流しを続けた。

かけ流し試験時には、水田水温、葉温、高さごとの群落内気温、深さごとの地温を両水田内の多点で測定した(Fig.1)。水温、群落内気温、地温は熱電対で、水田中央の葉温は放射温度計で、それぞれ 10 分間隔で測定した。また赤外線カメラで水稻の熱画像を撮影した(7, 12, 17 時)。これらに加え、水田中央では、気温、湿度、風速、長波放射、水位も合わせて 10 分間隔で測定した。

結果と考察

Fig.2 に 8/10 (総灌漑水量 81 mm, 堰板高さ

6 cm) のかけ流し灌漑試験時のかけ流し水田と対照水田の水温の平面分布変化を示す。水田水温は朝が低く日中は高かった。日中にかけ流し灌漑を行っても、日射により灌漑水温及び水田水温が温められ、水田水温低下効果は水口付近にとどまると考えられる。また、Fig.3 に水口からの距離と水温の関係を示す。水口から 40 m 付近では、灌漑終了直後の 2 時と比較し 4 時の水温が下がった。このことより、かけ流し灌漑終了後も、日射が無ければ、灌漑水による水温低下効果は遠方まで及ぶと考えられる。

Fig.4 に場所ごとの深さ 25 cm の地温変化を示す。8/16 から 8/31 の水尻付近(W3)の平均地温は対照水田と比較し 2.3 °C 低下した。このことから、かけ流し灌漑により地温低下が見込まれ継続的にかけ流し灌漑を行うことにより地温低下は大きくなると考えられる。

Fig.5 に 8/10 12 時のかけ流し灌漑水田と対照水田の水稻の熱画像を示す。高さ 30 cm ではかけ流し水田の葉温が対照水田より 2.8 °C 低下した。一方、高さ 70 cm では、高さ 30 cm と比較し葉温低下は小さかった。これより、昼間かけ流しにより水稻下部は温度が低下するが、水稻上部は低下しないことが考えられる。

Fig.6 に場所ごとの群落内気温変化を示す。高さ 30 cm では群落内気温は夜間に 2°C 程度低下したが昼間は対照水田とほとんど変わらなかった。また、夜間で風速が 1 m/s を越えた日は対照水田と温度が変わらなかった。このことから、風速の増加に伴い顕熱や潜熱が葉温に与える影響が大きくなりかけ流し灌漑による稲体の冷却効果が低下したと考えられる。

* 東京大学大学院農学生命科学研究科 Graduate School of Agric. and Life Sciences, The Univ. of Tokyo

** 石川県立大学 Ishikawa Prefectural University,

キーワード：高温登熟障害、かけ流し灌漑、水稻、水温、葉温

Table1 Irrigation schedule and conditions.

Irrigation time and duration	Q _i (mm)	H _{weir} (cm)	T _i (°C)	T _a (°C)	Method of irrigation
8/9 7:00-17:00(10h)	42	6	23.3	27.1	southeast
8/10 7:00-17:00(10h)	81	6	23.1	28.3	southeast
8/11 16:00- 8/12 2:00(10h)	69	3	20.1	26.2	southeast
8/13 11:00-17:00(6h)	*26	6	23.6	29.1	southwest
8/14 11:00-17:00(6h)	*24	3	26.5	28.4	southwest
8/16 7:00-17:00(10h)	*188	3	24	30.7	southwest
8/17-8/31 7:00-	*4392	3			southwest

Q_i: irrigation water amount, H_{weir}: height of weir from soil surface, T_i: average temperature of irrigation water during irrigation, T_a: average air temperature. *: estimated from weir equation with measured water depth.

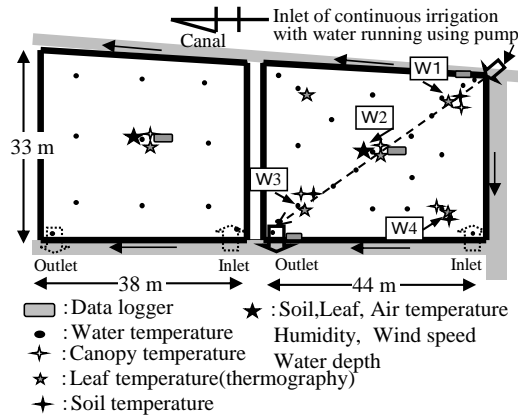


Fig.1 Description of experimental paddy field. Symbols indicate the measurement point.

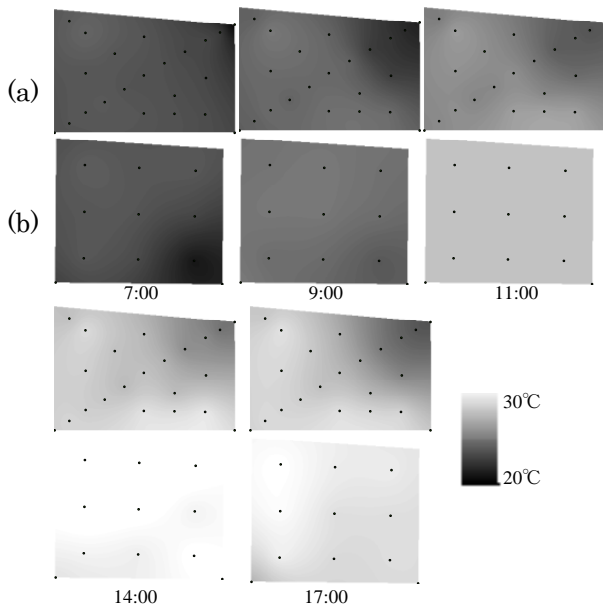


Fig.2 Two dimensional profiles of water temperature of 8/10 experiment of continuous irrigation with running water (a) : Continuous irrigation with running water (b) : Ponding with no irrigation

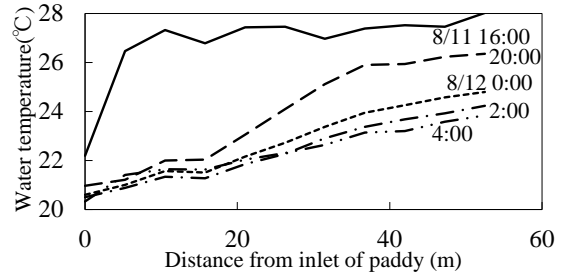


Fig.3 Relationship between distance from inlet of paddy field and water temperature of 8/11-12 experiment.

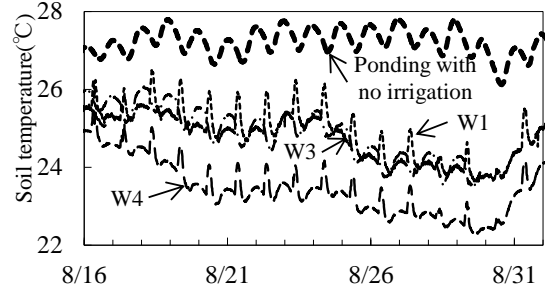


Fig.4 Soil temperature at 25cm depth

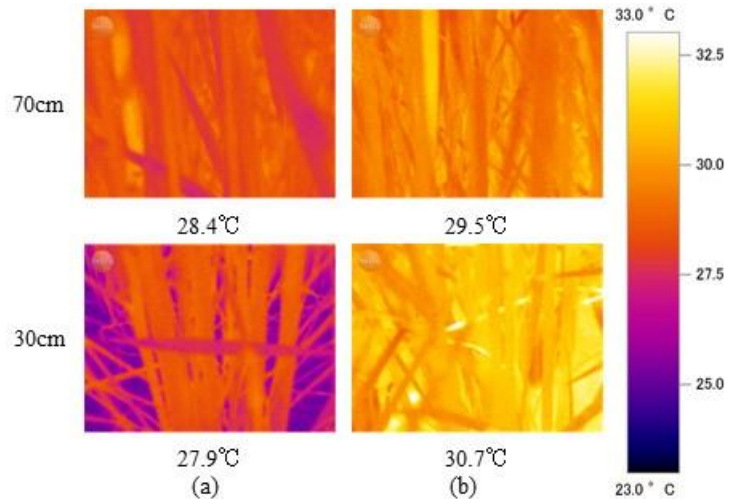


Fig.5 Thermal image of rice at two height of 8/10 experiment (12:00) (a) Continuous irrigation with running water (b) Ponding with no irrigation The number indicate the average temperature of rice in each image.

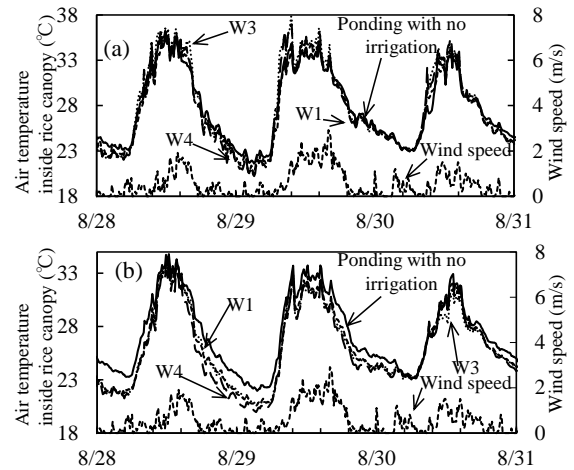


Fig.6 Air temperature inside rice canopy (a) 70cm height (b) 30cm height