異なる温度条件下で生育した日本型およびインド型水稻品種の
白未熟粒割合および登熟性に及ぼす収量関連形質および乾物生産の影響

石田優*¹・宮崎彰¹・政井広大¹・山本由徳¹・屠乃美²・居静³・崔晶⁴

(¹高知大学農学部, ²湖南農業大学, ³揚州大学, ⁴天津農学院)

Effect of Yield-Related Characters and Dry Matter Production on Percentage of White Immature Kernel
and Ripening Ability in Japonica and Indica Rice Cultivars Grown with Different Temperature Conditions

Y. Ishida*¹, A. Miyazaki¹, K. Masai¹, Y. Yamamoto¹, N. Tu², J. Ju³ and J. Cui⁴

(¹Fac. Agr. Kochi Univ., ²Hunan Agr. Univ., ³Yangzhou Univ., ⁴Tianjin Agr. Univ.)

前報 (石田ら 2012) において水稻の白未熟粒の発生には著しい品種間差が認められ, 収量関連形質のうち粒形と密接な関係があることが明らかとなった. 粒形などの収量関連形質は日本型品種とインド型品種の間で著しく異なることから, 両亜種間では白未熟粒の発生要因が異なることが考えられる. 本研究では日本産および中国産の日本型およびインド型品種を異なる登熟温度条件下で生育させ, 高温登熟障害の発生要因を温度別に収量関連形質および乾物生産との関係から明らかにした.

【材料および方法】中国産水稻 14 品種 (湖南省インド型 2, 江蘇省インド型 3・日本型 3, 天津市日本型 6) および日本産水稻 6 品種の計 20 品種を供試した. 移植日を 2011 年 5 月 24 日とし, 高知大学農学部附属暖地 FSC の水田に栽植密度 22.2 株/m², 1 株 1 本で手植えた. 施肥として基肥に緩効性肥料 (N, P₂O₅, K₂O 成分でいずれも 12kg/10a) を施用した. 止葉抽出期に各品種 12 株を, 1/5000a ワグネルポットに 1 株/ポットで鉢上げし, 穂揃期まで外気温で生育させた. 穂揃期に 9 ポットを 3 つのグループに分け, 登熟温度条件を低温区 (昼温 23°C/夜温 19°C), 中温区 (同 28°C/同 23°C), 高温区 (同 34°C/同 26°C) とした 3 処理の自然光ファイトトロンに搬入し, 成熟期まで生育させた. 出穂期と成熟期に 3 ポットを株基部からサンプリングし, 収量構成要素, 乾物重, 粒形および白未熟粒割合を求めた. 白未熟粒の判別は日本型品種では穀粒判別機 (RGQI10A, サタケ) で, インド型品種では目視で行った.

【結果および考察】品種の産地間差異 日本産品種に比べ中国産品種では穂数が少なく, 1 穂粒数が多く, 玄米千粒重が重かった (第 1 表). 加えて, 日本型品種のうち中国産は日本産に比べ粒幅が広がった (第 2 表). インド型品種は日本型品種に比べ 1 穂粒数が多く, 登熟歩合および玄米千粒重の値が高く, 粒長が長く, 粒幅が狭かった. 白未熟粒割合は日本型品種では日本産に比べ中国産で高く, この内訳として中国産では乳白粒割合が高かった (第 3 表). 温度処理の影響 高温では中温および低温より登熟歩合および玄米千粒重が有意に低く, その結果, 収量が減少した. また, 高温では低温より粒幅が有意に狭く, 低温および高温では中温より粒厚が有意に薄かった. しかし, 温度は登熟期間中の乾物生産に影響を及ぼさなかった (表略). 白未熟粒割合は両亜種において温度の上昇により有意に増加したが, これは主に乳白粒の増加によるものであった (第 3, 4 表). 白未熟粒割合と収量関連形質および乾物生産の関係 白未熟粒割合は日本型品種では 1 穂粒数が多く (低温), 粒厚が厚い品種で高かった (低温, 中温) (第 5 表). また, 粒当たり乾物増加量 (ΔW) が低い品種で高かった (高温). このことから過度な高温条件下の白未熟粒の発生にはシンク能力に比べソース能力が強く関与することが推察された. インド型品種では玄米千粒重が軽く (高温), 粒長が短い品種で高かった (中温). 玄米千粒重に及ぼす乾物生産の影響 玄米千粒重は日本型品種では粒当たり茎葉の減少量 (ΔT) が高い品種で高かった (高温) (第 6 表). 玄米千粒重は粒幅と, 粒幅は粒当たり ΔT と有意な正の相関関係を示すことから (表略), 日本型品種では高温で粒当たり ΔT が高い品種で粒幅が広く, 玄米千粒重が高いことが示された.

以上より, 低温および中温では粒形が白未熟粒の発生に関与する要因となるが, 高温では日本型品種においてソース能力の高い品種で発生が少ないことが示された. また, 高温では玄米千粒重が低下するが, 日本型品種では茎葉からの貯蔵炭水化物の供給量が多い品種で玄米千粒重が高いことが示された.

第1表 収量構成要素に及ぼす品種の産地および温度処理の影響.

産地	亜種	穂数 (本/株)	1穂粒数 (粒/穂)	株当り粒数 (粒/株)	登熟歩合 (%)	玄米干粒重 (g)	精玄米重 (g/株)
日本	日本型	17.1 a	72.8 c	1230.7 a	59.1 b	20.6 d	15.0 b
天津市	日本型	13.9 b	97.0 b	1332.0 a	67.9 a	22.4 c	20.4 a
江蘇省	日本型	15.2 ab	90.1 b	1274.4 a	49.2 c	22.6 bc	14.1 b
江蘇省	インド型	9.8 c	126.8 a	1256.9 a	75.2 a	25.1 a	23.6 a
湖南省	インド型	13.6 b	92.4 b	1235.4 a	72.6 a	23.5 b	21.1 a
低温		14.5 a	91.2 a	1258.8 a	79.4 a	22.8 a	22.6 a
中温		14.3 a	92.6 a	1262.6 a	77.5 a	23.0 a	22.2 a
高温		14.6 a	93.1 a	1294.3 a	35.4 b	21.4 b	10.3 b
産地		***	***	ns	***	***	***
温度		ns	ns	ns	***	***	***
産地×温度		ns	ns	ns	***	*	***

同一アルファベット間には産地間および温度処理間に5%水準で有意差がないことを示す。
*, ***はそれぞれ5, 0.1%水準で有意であることを, nsは有意でないことを示す。

第2表 粒形に及ぼす品種の産地および温度処理の影響.

産地	亜種	粒長 (mm)	粒幅 (mm)	粒厚 (mm)
日本	日本型	5.02 c	2.62 b	2.04 b
天津市	日本型	5.09 c	2.73 a	2.04 b
江蘇省	日本型	4.97 c	2.72 a	2.17 a
江蘇省	インド型	6.32 b	2.36 c	2.02 b
湖南省	インド型	7.61 a	2.10 d	1.97 b
低温		5.52 a	2.62 a	2.01 b
中温		5.47 a	2.58 ab	2.10 a
高温		5.49 a	2.52 b	2.04 b
産地		***	***	***
温度		ns	**	***
産地×温度		ns	ns	ns

同一アルファベット間には産地間および温度処理間に5%水準で有意差がないことを示す。
, *はそれぞれ1, 0.1%水準で有意であることを, nsは有意でないことを示す。

第3表 白未熟粒割合に及ぼす品種の産地および温度処理の影響(日本型品種).

産地	亜種	白未熟粒 (%)	乳白粒 (%)	基白粒 (%)	背腹白粒 (%)
日本	日本型	48.9 c	31.2 c	9.0 a	8.7 ab
天津市	日本型	56.6 b	39.7 b	9.7 a	7.2 b
江蘇省	日本型	73.3 a	53.3 a	8.3 a	11.7 a
低温		32.8 c	15.7 c	10.7 a	6.4 b
中温		54.7 b	27.1 b	13.6 a	14.0 a
高温		81.5 a	72.9 a	3.0 b	5.4 b
産地		***	***	ns	*
温度		***	***	***	***
産地×温度		***	***	ns	***

判別は穀粒判別機(RGQI10A, サタケ)による。

同一アルファベット間には産地間および温度処理間に5%水準で有意差がないことを示す。
*, ***はそれぞれ5, 0.1%水準で有意であることを, nsは有意でないことを示す。

第4表 白未熟粒割合に及ぼす品種の産地および温度処理の影響(インド型品種).

産地	亜種	白未熟粒 (%)	乳白粒 (%)	基白粒 (%)	背腹白粒 (%)
江蘇省	インド型	57.2 a	23.7 a	0.1 a	33.4 a
湖南省	インド型	57.2 a	25.3 a	0.0 a	31.9 a
低温		34.2 b	5.5 b	0.0 a	28.7 a
中温		53.7 b	10.7 b	0.0 a	43.0 a
高温		83.6 a	57.0 a	0.1 a	26.4 a
産地		ns	ns	ns	ns
温度		**	***	ns	ns
産地×温度		ns	ns	ns	ns

判別は目視による。

同一アルファベット間には産地間および温度処理間に5%水準で有意差がないことを示す。
, *はそれぞれ1, 0.1%水準で有意であることを, nsは有意でないことを示す。

第6表 玄米干粒重と粒当たり

ΔW , ΔT および $\Delta W+\Delta T$ との間の相関係数.

日本型	ΔW (mg/粒)	ΔT (mg/粒)	$\Delta W+\Delta T$ (mg/粒)
低温	-0.216	0.332	0.045
中温	0.041	0.039	0.242
高温	-0.520 *	0.622 *	0.237
インド型	ΔW (mg/粒)	ΔT (mg/粒)	$\Delta W+\Delta T$ (mg/粒)
低温	-0.271	0.709	0.949 *
中温	-0.674	0.828	0.898 *
高温	-0.108	0.345	0.384

*は5%水準で有意であることを示す。

第5表 白未熟粒割合と収量関連形質との間の相関係数.

日本型	穂数 (本/株)	1穂粒数 (粒/穂)	株当り粒数 (粒/株)	登熟歩合 (%)	玄米干粒重 (g)	精玄米重 (g/株)	粒長 (mm)	粒幅 (mm)	粒厚 (mm)	粒当たり ΔW (mg/粒)	粒当たり ΔT (mg/粒)	粒当たり $\Delta T+\Delta W$ (mg/粒)
低温	-0.369	0.639 *	0.484	-0.427	0.456	0.257	0.303	0.209	0.586 *	-0.176	0.161	-0.166
中温	-0.089	0.096	-0.045	-0.250	0.468	-0.094	0.115	0.220	0.587 *	0.456	-0.452	0.375
高温	-0.381	0.175	-0.279	0.279	0.165	0.259	-0.004	0.347	-0.379	-0.533 *	0.504	-0.174
インド型	穂数 (本/株)	1穂粒数 (粒/穂)	株当り粒数 (粒/株)	登熟歩合 (%)	玄米干粒重 (g)	精玄米重 (g/株)	粒長 (mm)	粒幅 (mm)	粒厚 (mm)	粒当たり ΔW (mg/粒)	粒当たり ΔT (mg/粒)	粒当たり $\Delta T+\Delta W$ (mg/粒)
低温	0.755	-0.079	0.596	0.117	-0.260	0.661	-0.772	0.755	0.869	0.361	-0.468	-0.342
中温	0.365	0.343	0.776	0.861	-0.442	0.856	-0.893 *	0.580	0.750	0.116	-0.158	-0.210
高温	0.820	0.053	0.867	0.493	-0.892 *	0.765	-0.662	0.508	0.238	0.110	-0.126	-0.030

*は5%水準で有意であることを示す。