

水稻種子の高・低温度域における 発芽特性の品種・生態種間差異

五十嵐 弘・笹原 健夫*
(山形大学農学部附属農場・*山形大学農学部育種学研究室)
(平成元年9月1日受理)

Variability of Germination Characteristics of Seeds in Rice (*Oryza sativa* L.) Cultivars and Ecospecies at High and Low Temperature Regimes

Hiroshi IKARASHI and Takeo SASAHARA*
University Farm and *Laboratory of Crop Breeding, Faculty of Agriculture,
Yamagata University, Tsuruoka 997, Japan.
(Received September 1, 1989)

Summary

Viviparity of rice seeds about three months after harvesting was examined under different water-temperature conditions of 30, 20 and 15°C by using 42 *japonica* cultivars, 14 *indica* cultivars, 14 *javanica* cultivars and 3 synthesized big grain strains. Many *japonica* cultivars constituted a group independent on time and temperature (A group) and/or a group dependent on time (B group) for germination while all the *javanica* cultivars belonged to the A group. Contrastingly, the *indica* cultivars constituted a temperature-requirement group (C group) for germination. Furthermore, there existed some *japonica* and *indica* cultivars which showed more or less dormancy or poor germination. Germination characteristics of rice seeds under extremely low water-temperature conditions, i. e. 12, 11, 10 and 9°C were examined by using 40 *japonica* cultivars, 13 *indica* cultivars, 13 *javanica* cultivars, and 2 synthesized big grain strains. Sixteen *japonica* cultivars germinated at 9°C, but only 2 *indica* and 6 *javanica* cultivars did respectively. Many *japonica* and *javanica* cultivars showed the limiting temperature for fifty percentage germination (=LT₅₀) below 12°C, but a few *indica* cultivars did.

緒 言

日本の栽培稲の穂発芽性についてはその検定方法が確立され^{4,5,16,24)}、地域別の検定品種が選定されて、実際の育種場でそれによる選抜が実施されている。しかし、日本における稲育種において異なる生態種に属する広範な材料を供試し、それらからの発芽性に関与する遺伝子の導入が日程にのほりつつある。そのため、日本型品種以外の生態種に属する品種の穂発芽特性も検討しておく必要がある。このような立場から広範囲の稲品種についての穂発芽性の検討がすでに北陸農試²⁾において行なわ

れている。この場合、温度条件が25~30°Cの範囲に設定されている。しかし、東北地方の鶴岡で穂発芽が問題となる9月下旬と10月上旬の旬平均最高気温(それぞれ23, 20°C)および最低気温(それぞれ14, 11°C)(累年気候表, 気象庁観測技術資料)はこの温度域よりも低い。従って、穂発芽の検討にあたってはより広範囲の温度域を考慮すべきであろう。

これまで、穂発芽性あるいは一般的な種子の発芽特性についての研究では、登熟期の気温、貯蔵期間の温度・湿度などとの関係で主として休眠性が検討されてきた^{2, 3,5,19)}。しかし、これらの研究においては穂発芽に関す

る温度域の検討，生態種間差異の検討などは主眼とされてこなかった。

実験Ⅰは，日本の栽培稲について確立された穂発芽性の検定方法に準じた方法により穂発芽性の品種・生態種間差異を検討するとともに，異なる水温下での発芽特性の品種・生態種間差異を検討することを目的として行なったものである。

一方，直播水稲栽培を念頭においたこれまでの研究においては，発芽最低（限界）水温は5℃¹⁾あるいは8℃～10℃^{7,11)}とされている。しかし，これらは，それぞれその当時の日本の栽培品種を用いての研究結果である。とくに，1930年代の水稲栽培における中心的育苗方法は自然の環境（気温）変動に対する保護手段が水の潜熱のみを利用した水苗代であり，種子発芽の環境は今日の機械移植を中心とした栽培体系における徹底した保護手段をとる箱育苗の場合とは大いに異なっている。このよう

な育苗方法の変遷は種子発芽についての意識的選抜を加えなかったとしても，種子発芽の環境の違いが発芽に関与する遺伝的背景になんらかの影響を与えているかも知れない。

実験Ⅱは，供試品種数は異なるが実験Ⅰと同様に3生態種および育成大粒系統を供試し，発芽限界温度域における発芽特性を検討したものである。

実験Ⅰ．異なる温度条件下における穂発芽性の品種・生態種間差異

I-1. 材料および方法

材料は，日本型品種42品種，インド型品種14品種，ジャワ型品種14品種および育成大粒系統²⁾3系統を用いた（Fig. 2～4）。完熟した穂を穂首下約10cmのところまで切断・採取した。材料採取は1985年10月上旬に完了した。なお，種子の休眠性の強弱をも検討するため，採取した

Table 1. Cumulative temperatures in viviparity experiments.

Temperature (°C)	Days after incubation									
	5	9	11	16	20	23	28	33	38	44
30	150	270								
20			220	320	400					
15						345	420	495	570	660

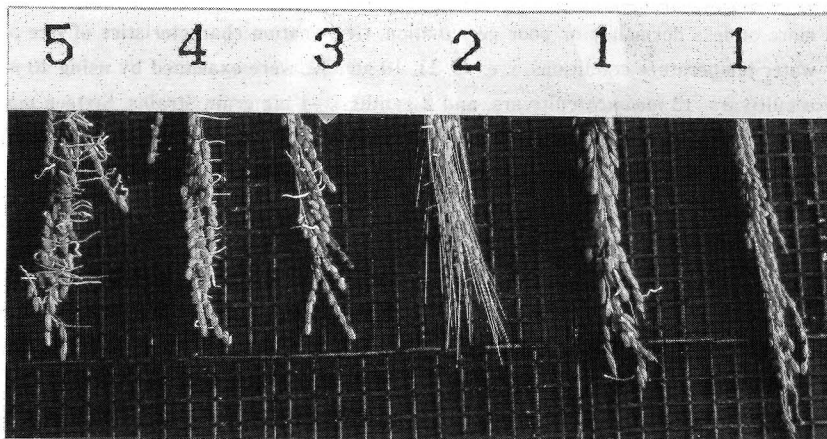


Fig. 1. Sample-panicles for evaluation of viviparity.

- 5 : Excellent
- 4 : Good
- 3 : Fair
- 2 : Poor
- 1 : Non or very poor

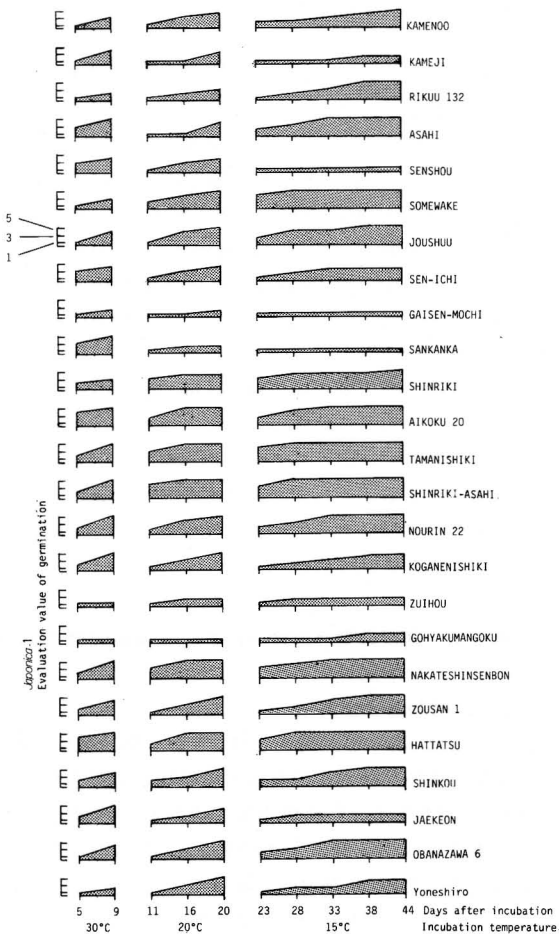


Fig. 2-1. Varietal variations in germination under different temperatures.

Evaluation value of germination	
	Degree of germination
5	Excellent
4	Good
3	Fair
2	Poor
1	Non or very poor

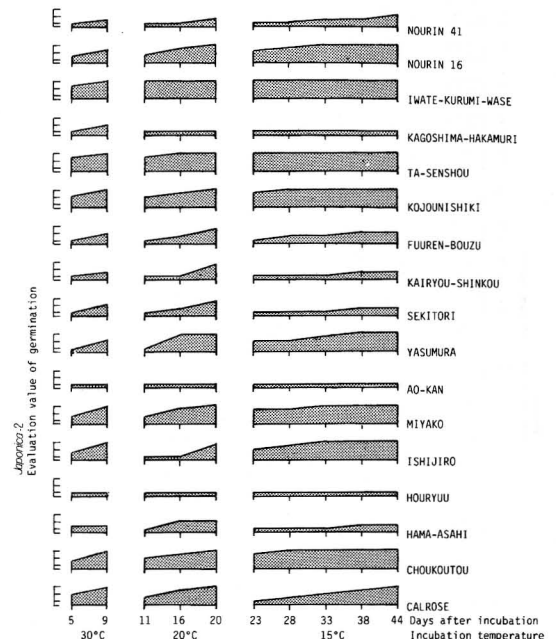


Fig. 2-2. Varietal variations in germination under different temperatures.

See Fig. 2-1 for evaluation value of germination.

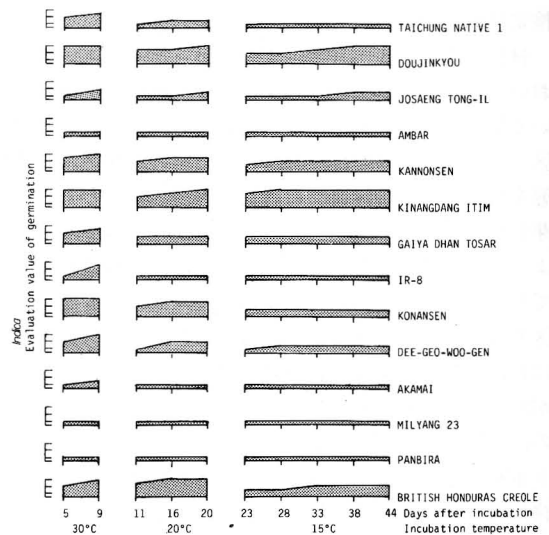


Fig. 3. Varietal variations in germination under different temperatures.

See Fig. 2-1 for evaluation value of germination.

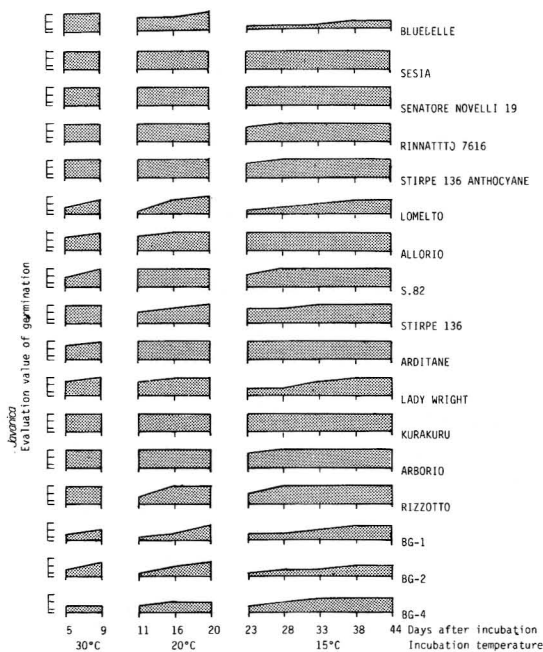


Fig. 4. Varietal variations in germination under different temperatures.

See Fig.2-1 for evaluation value of germination.

穂は直ちに5℃の冷蔵庫に保管した^{8,22)}。(穂)発芽性の検定は楠淵⁸⁾の方法に基づいて実施した。

材料採取の約3ヶ月後(1月12日)に、人工気象室において水温を30℃、20℃および15℃に制御した水槽を用いて発芽試験を実施した。材料は、各品種につき各温度区ごとに3穂を供した。材料は、一定の期間後に発芽状態を判定し、その後直ちに各処理温度区にもどした。発芽状態の判定はFig.1の下段に示した5段階の基準により基準となる発芽状態の穂を設定し、達観観察によって行なった。発芽状態の判定は、30℃区では2回、20℃区では3回、15℃区では5回行なった。20℃区と15℃区における最初の発芽状態の判定はこれら2区の発芽状態が30℃区の最初の発芽状態になった時とした。なお、穂の浸漬時に各水槽には1,000倍液になるようにベンレート水和剤を添加した。各温度区で発芽状態を判定した最終段階における積算温度をTable1に示した。また、穂発芽の判定基準とした発芽の状態をFig.1に示した。

I-2. 結 果

各品種ごとの3穂の発芽状態の判定結果(平均値)の

判定時期による変化を日本型品種はFig.2-1とFig.2-2に、インド型品種はFig.3に、ジャワ型品種および育成大粒系統はFig.4に示した。図の影の高さは、発芽の程度を示している。なお、縦軸の階級1は、発芽の程度が零と判定されたものも含んでいる。

Fig.2からFig.4までの供試全品種の発芽状態に基づき、各生態種ごとの処理温度と発芽状態の各判定時期における発芽程度によって品種を分類した結果をTable2-1とTable2-2に示した。本実験条件下では、4つの特徴ある品種群が識別された。すなわち、1)温度・時間に依存しない群(A群)、2)時間依存群(B群)、3)温度依存群(C群)、4)休眠群または発芽劣勢群(D群)である。各群のルビ数字(A₁, A₂, A₃など)は、各群内での発芽の程度を表している。

日本型品種では、多くの品種がA群に属しており、D群に属する品種がこれに次いでいた。また、いくつかの品種がB群に属していた。インド型品種では、C群に属する品種が最も多く、D群に属する品種がこれに次ぎ、A群に属する品種は2品種のみであった。ジャワ型品種はすべてA群に属していた。

実験 II. 発芽の限界温度域における発芽特性の品種・生態種間差異

II-1. 材料および方法

供試品種は、日本型品種40品種、インド型品種13品種、ジャワ型品種13品種および育成大粒系統2系統を用いた(Table3)。種子は、合成樹脂製の衣装箱の水槽に浸漬した。水槽にはベンレート水和剤を2,000倍液になるように添加した。水槽の水温はクールニクス(Komatsu-Yamato製, Model CTR-220型)によって12, 11, 10, 9℃の4区の水温に制御した。種子は1984年採取したのを用い、種子の浸漬20日後に発芽状態を実験Iの場合と同様な基準で判定した。材料は、各温度区について籾が約20粒着生した枝梗を各品種とも3組を供試した。枝梗が浮上するのを防止するため、ホッチキスによって木製の板に固定した。なお、枝梗は穂の先端部のものを用いた。実験は、12℃区は1985年7月30日～8月20日に、11℃区は7月9日～7月29日に、10℃区は9月11日～10月1日に、9℃区は9月12日～10月2日に実施した。

II-2. 結 果



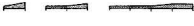


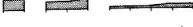
発芽率の平均値と5段階評価の評点をTable3に示した。発芽率が50%になる水温を50%発芽限界温度

Table 2-1. Classification of viviparity under different temperatures of incubation.

Germination characteristics and ecospecies	Independent group (A)	Time dependent group (B)	Temperature dependent group and weak dormancy (C)	Dormancy and non or poor germination group (D)
Model of germination				
<i>japonica</i>	A ₁ IWATE-KURUMI-WASE TA-SENSHOU HATTATSU AIKOKU 20 KOJOUNISHIKI SHINRIKI-ASAHI CHOUKOUTOU	B ₁ YASUMURA SOMEWAKE YONESHIRO KAMENOO RIKUU 132		D ₁ JAEKEON SENSHOU SANKANKA
Model of germination				
<i>japonica</i>	A ₂ NOURIN 16 NOURIN 22 NAKATE-SHINSENBON TAMANISHIKI SHINRIKI ZOUSAN 1 MIYAKO			D ₂ SEKITORI FUURENBOUZU KAMEJI HAMA-ASAHI NOURIN 41 KAGOSHIMA-HAKAMURI 1 ZUIHOU GOHYAKUMANGOKU AO-KAN KAIRYOUSHINKOU GAISEN-MOCHI HOURYUU
Model of germination				
<i>japonica</i>	A ₃ KOGANENISHIKI OBANAZAWA 6 SHINKOU JOSHUU ASAHI SEN-ICHI ISHIJIRO CALROSE			

NOTE : Model of germination is a diagramatic representation of Fig. 2 to 4.

Table 2-2. Classification of viviparity under different temperatures of incubation.

Model of germination		
<i>indica</i>	A ₁ KINANGDANG ITIM DOUJINKYOU	C ₁ KANNONSEN GAIYA DHAN TOSAR DEE-GEO- WOO-GEN IR 8 TAICHUNG NATIVE 1 KONANSEN BRITISH HONDURAS CREOLE
Model of germination		
<i>indica</i>		D ₂ JOSAEANG TONG-IL AKAMAI PANBIRA AMBAR MILYANG 23
Model of germination		
<i>javanica</i>	A ₁ SESIA SENATORE NOVELLI 19 RINNATTO 7616 STIRPE 136 ANTHOCYANE KURAKURU ARBORIO ALLORIO STIRPE 136 ARDITANE S. 82 RIZZOTTO LADY WRIGHT	
Model of germination		
<i>javanica</i>	A ₄ LOMELTO	C ₁ BLUEBELLE
Synthesiged big grain strain	BG-1 BG-2 BG-4	

(Limiting temperature for 50% germination = LT_{50} , 発芽率の評点が3)としてそれを基準として品種を分類した (Table 4). 処理温度は12, 11, 10および9℃の4区であったが, 12℃で発芽しなかった品種は発芽のため12℃以上

の温度が必要と推定し, Table 4 では>12℃として分類した. その結果, 12℃以上で LT_{50} になると見られる品種は, インド型品種では JOSAENG TONG-IL, AMBAR, MILYANG 23, PANBIRA であり, ジャワ型品種では

Table 3. Varietal responses to limiting temperature for germination.

	Temperature (°C)				Evaluation of germination percentage				
	12	11	10	9	12	11	10	9	Sum
<i>(japonica)</i>									
1. KAMENOO	91	43	21	4	5	3	2	1	11
2. KAMEJI	84	20	0	0	5	2	0	0	7
3. RIKUU 132	93	34	21	58	5	2	2	3	12
4. ASAHI	84	62	30	0	5	4	2	0	11
5. SENSHOU	70	23	42	6	4	2	3	1	10
6. SOMEWAKE	88	69	31	5	5	4	2	1	12
7. JOUSHUU	89	55	70	29	5	3	4	2	14
8. SEN-ICHI	90	29	61	0	5	2	4	0	11
9. GAISEN-MOCHI	51	0	4	0	3	0	1	0	4
10. SANKANKA	69	37	5	10	4	2	1	1	8
11. SHINRIKI	77	71	39	0	4	4	2	0	10
12. AIKOKU 20	99	47	16		5	3	1		9
13. TAMANISHIKI	80	90	70	0	5	5	4	0	14
14. SHINRIKI-ASAHI	75	21	18	0	4	2	1	0	7
15. NOURIN 22	78	20	10	0	4	2	1	0	7
16. KOGANENISHIKI	99	45	22	0	5	3	2	0	10
17. ZUIHOU	21	32	0	0	2	2	0	0	4
18. GOHYAKUMANGOKU	82	0	3	1	5	0	1	1	7
19. NAKATESHINSENBON	96	69	38	0	5	4	2	0	11
20. ZOUSAN 1	71	82	8	6	4	5	1	1	11
21. HATTATSU	83	58	60	16	5	3	4	1	13
22. SHINKOU	99	75	3	0	5	4	1	0	10
23. JAEKEON	98	83	68	3	5	5	4	1	15
24. YONESHIO	24	0	11	5	2	0	1	1	4
25. NOURIN 41	87	31	44	24	5	2	3	2	12
26. NOURIN 16	81	13	0	0	5	1	0	0	6
27. IWATE-KURUMI-WASE	91	97	61	1	5	5	4	1	15
28. KAGOSHIMA-HAKAMURI 1	93	82	49	0	5	5	4	0	14
29. TA-SENSHOU	69	45	18	0	4	3	1	0	8
30. KOJOUNISHIKI	85	24	20	8	5	2	2	1	10
31. FUURENBOUZU	80	19	10	0	5	1	1	0	7
32. KAIRYOUSHINKOU	75	0	0	1	4	0	0	1	5
33. YASUMURA	88	0	0	3	5	0	0	1	6
34. AO-KAN	90	0	0	1	5	0	0	1	6
35. MIYAKO	96	27	14	0	5	2	1	0	8
36. ISHIJIRO	96	66	44	0	5	4	3	0	12
37. HOURYUU	82	5	10	0	5	1	1	0	7
38. HAMA-ASAHI	53	0	0		3	0	0		3
39. CHOUKOUTOU	100	100	99	0	5	5	5	0	15
40. CALROSE	91	32			5	2			7
Mean	81	40	26	5					

Table 3. (Continued)

(indica)									
41. TAICHUNG NATIVE 1	82	0	0	0	5	0	0	0	5
42. DOUJINKYOU	85	0	0	1	5	0	0	1	6
43. JOSAENG TONG-IL	18	0	2	0	1	0	1	0	2
44. AMBAR	7	0	0	0	1	0	0	0	1
45. KANNONSEN	99	38	0	0	5	2	0	0	7
46. KINANGDANG ITIM	44	11	18	4	3	1	1	1	6
47. MAO-ZU-TAO	41	0	0		3	0	0		3
48. KONANSEN	90	0	0	0	5	0	0	0	5
49. DEE-GEO-WOO-GEN	92	0	0	0	5	0	0	0	5
50. AKAMAI	94	0	4	0	5	0	1	0	6
51. MILYANG 23	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52. PANBIRA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
53. BRITISH HONDURAS CREOLE	73	38	77	0	4	2	4	0	10
Mean	56	7	8	0					
(javanica)									
54. BLUEBELLE	78	30	41	0	4	2	3	0	9
55. SENATORE NOVELLI 19	84	33	33	8	5	2	2	1	10
56. RINNATTO 7616	87	6	0	0	5	1	0	0	6
57. STIRPE 136 ANTHOCYANE	91	27	19	0	5	2	1	0	8
58. LOMELTO	36	1	0	2	2	1	0	1	4
59. ALLORIO	78	18	17	12	4	1	1	1	7
60. S. 82	83	19	13	0	5	1	1	0	7
61. STIRPE 136	92	10	3	0	5	1	1	0	7
62. ARDITANE	96	31	9	0	5	2	1	0	8
63. LADY WRIGHT	97	3	12	0	5	1	1	0	7
64. KURAKURU	91	37	5	0	5	2	1	0	8
65. ARBORIO	88	42	25	2	5	3	2	1	11
66. RIZZOTTO	88	42	27	2	5	3	2	1	11
Mean	84	23	16	2					
(Synthesized large grain strain)									
67. BG-2	68	47	20	9	4	3	2	1	10
68. BG-4	85	49	40	0	5	3	3	0	11
Mean	77	48	30	5					

LOMELTO がこの温度域に分類された。インド型およびジャワ型の多くの品種は12℃に LT₅₀ を示した。一方、日本型品種の中では、瑞豊とヨネシロが12℃以上で LT₅₀ になると見られる品種であるが、日本型品種は、12~10℃に LT₅₀ を有する品種が広く分布していた。なお、日本型品種の陸羽132号は9℃においても LT₅₀ となり、12℃においても LT₅₀ となった。さらにジャワ型品種の BLUEBELLE とインド型品種の BRITISH HONDURAS CREOLE も12℃において LT₅₀ となったがともに10℃においても LT₅₀ となったので10℃欄中に所属させた。

供試品種が多かった日本型品種については、主成分分析による各成分の因子負荷量を Table 5 に示した。第

一主成分では12, 11, 10℃における発芽率が高い因子負荷量を示し、第二主成分では9℃における発芽率が高い因子負荷量を示した。従って、第一主成分はこれまでの研究報告で姫田¹⁾の5℃を除き発芽限界温度と見られる10℃^{7,11)}までのやや高い温度域での発芽特性を表わす変数であり、第二主成分は松田¹¹⁾の場合も発芽が見られなかった9℃での発芽特性を表わす変数である。

第一および第二主成分による散布図を Fig. 5 に示した。第一主成分 (Z₁ 軸) の上側に存在する品種は9℃において発芽率の評点1~3点を得た品種が分布している。また、第二主成分 (Z₂ 軸) の左右には12, 11, 10℃における発芽率の評点の異なる品種が分布している。

Table 4. Classification of rice cultivars by limiting temperature for germination.

	>12	Limiting temperature for fifty percentage germination (LT ₅₀) (°C)		
		12	11	10
<i>japonica</i>	ZUIHOU	KAMEJI	KAMENOO	SENSHOU
	YONESHIO	GAISEN-MOCHI	ASAHI	JOUSHUU
		SANKANKA	SOMEWAKE	SEN-ICHI
		SHINRIKI-ASAHI	SHINRIKI	TAMANISHIKI
		NOURIN 22	AIKOKU 20	HATTATSU
		GOHYAKUMANGOKU	KOGANENISHIKI	JAEKEON
		NOURIN 16	NAKATESHINSENBON	NOURIN 41
		KOJOUNISHIKI	ZOUSAN 1	IWATE-KURUMI-WASE
		FUURENBOUZU	SHINKOU	KAGOSHIMA-HAKAMURI 1
		KAIRYOU SHINKOU	TA-SENSHOU	ISHIJIRO
		YASUMURA		CHOUKOUTOU
		AO-KAN		RIKUU 132*
		MIYAKO		
		HOURYUU		
		HAMA-ASAHI		
		CALROSE		
<i>indica</i>	JOSAENG TONG-IL	TAICHUNG NATIVE 1		BRITISH HONDURAS
	AMBAR	DOUJINKYOU		CREOLE*
	MILYANG 23	KANNONSEN		
	PANBIRA	KINANGDANG ITIM		
		MAO-ZU-TAO		
		GEE-GEO-WOO-GEN		
		AKAMAI		
<i>javanica</i> (Including big grain strain)	LOMELTO	SENATORE NOVELLI 19	ARBORIO	BLUEBELLE*
		RINNATTO	RIZZOTTO	BG-4
		STIRPE 136	BG-2	
		ANTHOCYANE		
		ALLORIO		
		S. 82		
		STIRPE 136		
		ARDITANE		
		LADY WRIGHT		
		KURAKURU		

* RIKUU 132 showed LT₅₀ at 9°C.

BRITISH HONDURAS CREOLE and BLUEBELLE showed also LT₅₀ at 12°C.

考 察

鶴岡における1985年の登熟期間前後の旬別平均気温を見た場合、9月上・中・下旬の最高気温はそれぞれ28, 26, 23°Cであり、最低気温はそれぞれ18, 16, 14°Cである。従って、25~30°Cの温度範囲²⁾では、品種・生態種の穂発芽性の特徴を把握するのにやや温度域が狭いように思われる。

本実験では、処理温度および処理時間に対する4つの発芽の反応パターンが観察された。このうち、A群とD群に属する品種群は、前者が15~30°Cの温度域で発芽が促進されるのに、後者はこの温度域では発芽が極めて少ない(休眠のため発芽しない品種を除く)。ここで注目されることは、日本型およびインド型品種群の中でB群およびC群に属する品種が存在していたことである。これらの品種群のうちとくに日本型品種群のみに存在して

Table 5. Principal component analysis for seed germination under a range of limiting temperatures for germination.

		<i>(japonica)</i>		
Factor	Germination percentage at	Principal component		
		1	2	3
12(°C)		0.669	0.120	0.734
11		0.843	-0.336	-0.224
10		0.877	0.061	-0.318
9		0.155	0.965	-0.149
Cumulative contribution (%)		48.78	75.36	93.15

いたB群は、30℃区9日目の積算温度270℃より、20℃区11日目の220℃区および15℃区の245℃区の方が発芽は良好であった。それ故、この群の発芽は単なる積算温度に依存しない特徴を有すると見られる。一方、インド型品種のC₁群は、日本型品種のD₁群とほぼ同じ発芽特性を示すが、C₁群より20℃区においてやや発芽が良好な群である。ただし、これらの品種群は15℃のような低温下では発芽が極めて劣悪であり、低温発芽性の弱い群である。このことは、低緯度地帯に分布するインド型品種が低温条件下で発芽率が低下するという従来の知見と一致する^{9,14,15,17,23}。日本型およびジャワ型品種のA₃群またはA₄群は休眠性がある品種群と見られ、むしろ

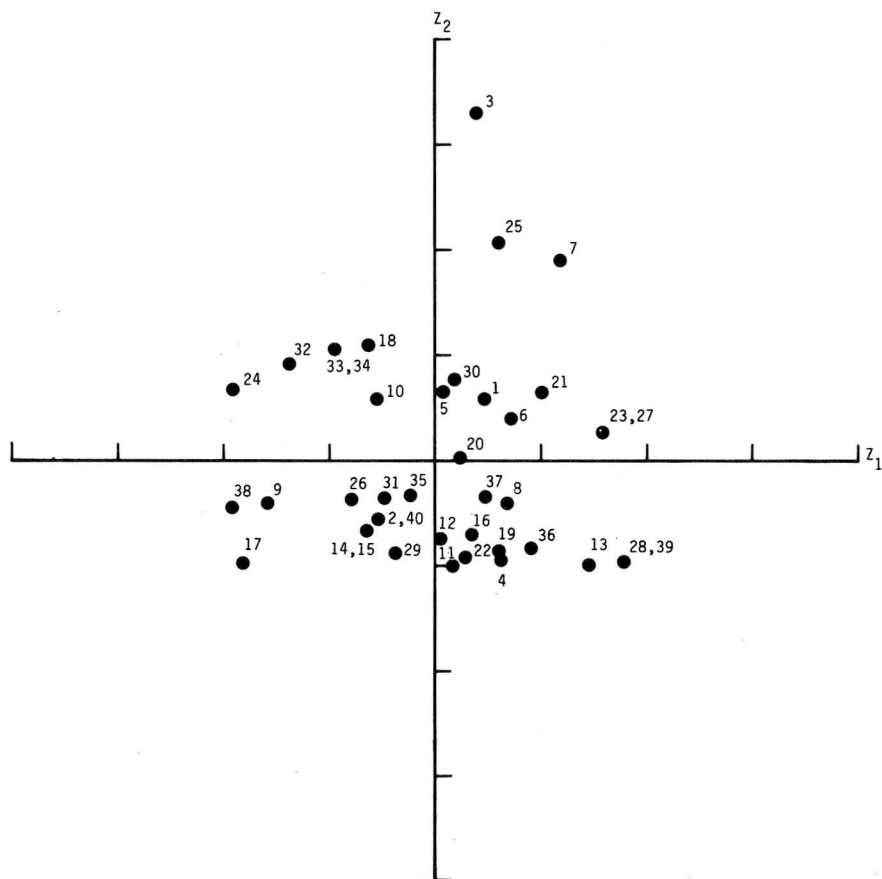


Fig. 5. Scatter diagram of the *japonica* cultivars on a plane defined by the first and second principal components.

See Table 3 for cultivar number.

D群に入れた方がよいような必ずしも良好でない発芽特性を示した。ただし、ここではとりあえずA群として取り扱った。この2群は、各温度区内では時間依存型、従って各温度区内で積算温度に依存する発芽特性を示す特徴を示した。

供試した品種の範囲内で見限り、日本型品種はA、B、D群に、インド型品種はA、C、D群に広く分布するなど類似した品種群が存在したが、ジャワ型品種にはA群のみが存在し、他の品種群とはやや異なる発芽特性を有する品種群であるように見られる。あるいは、供試したジャワ型品種はその適応の過程で少なくとも温度のストレスに充分耐え得るようになったのかも知れない。この点に関して、ジャワ型品種は粒の形状から見て陸稲と同じB型であるという松尾¹²⁾の指摘は興味あることである。すなわち、陸稲の場合、水苗代などにおける湛水状態での水の高い潜熱の保護を受けないため、低温下においても発芽し得る遺伝的要因を集積するに至ったと推察される。ただし、この低温域は、日本における直播栽培の可能な平均気温が12℃である¹³⁾とされることに見られるように、通常の作物栽培の行なわれる温度範囲において妥当するものと見られる。陸稲の岩手胡桃早生および田戦捷の2品種がA群に属するものもこのような理由によると見られる。

水稲の種子の低温域における発芽については、姫田¹¹⁾は5℃においても発芽が可能であると報告しているが、18%の発芽率を得るのに120日が必要であった。しかし、このような長期間の発芽所要日数は実際の育苗あるいは苗立ちの観点からすれば考慮する必要はないであろう。さらに、箱育苗の場合は実用的には90%以上の苗立ち歩合が必要とされ⁶⁾、これを目安にすれば本実験のように極端な低温条件においてもLT₈₀以上を発芽限界温度と見るのが妥当であろう。このような条件を満たす水温は、3生態種を通じて12℃以上であると見ることができる。この温度域は、実用的観点からの温度域であり、佐々木¹⁸⁾の8~10℃を発芽限界温度とする指摘や品種間差異を問題として10℃において品種間差異が明瞭となるとする李・田口^{9,10)}の結果とはやや異なる温度域である。11℃においてLT₈₀以上になると見られる品種は、日本型品種の玉錦、増産1号、長香稻、および陸稲の岩手胡桃早生、鹿児島葉冠1号など極く僅かの品種である。ここで興味あることは、一般に低温発芽性の弱いと見られるインド型品種のLT₅₀が12℃でかなり低い温度域にあることである。このことは、インド(型)品種が、14℃にお

いても発芽しなかったと言う松田¹¹⁾の結果とかなり異なる。

実験Iにおいて、発芽率が低くCおよびD群に分類された日本型品種の再建、農林41号、および陸稲の戦捷、鹿児島葉冠1号が10℃においてLT₅₀を示した。これは、実験Iの場合これらの品種が休眠性が強く採種後約3ヶ月でなお休眠が完全に覚醒していなかったためである。しかし、実験IIでは採種後約10ヶ月が経過しており休眠が覚醒したため低温域でも高い発芽率を示したものと推察される。同じことは、ジャワ型品種のBLUEBELLEとインド型品種のBRITISH HONDURAS CREOLEについてもいえよう。これらのことは、穂発芽性は難とされるが、一般に低温発芽性が不良とされているコシヒカリが収穫後2年目には最も高い低温発芽性を示した池橋⁵⁾の結果と関連して興味あることである。

日本型品種は、12、11、10℃でLT₅₀である品種がそれぞれの温度区にほぼ同じ数だけ分布していたが、とくに日本の近代品種の祖先品種または系統である亀ノ尾、旭、神力、愛国20号が11℃でLT₅₀を示し、上州、撰一が10℃でLT₅₀を示し、また、陸羽132号は9℃でLT₅₀を示したことは注目される。このような日本型品種の低い温度域での高い発芽特性は、これらの品種が高緯度地域のしかも水苗代に適応する過程で附与された特性^{14,20)}であろうと推察される。

さらに、日本型品種の中で、寒冷地において栽培されてきた近代品種のヨネシロが他の品種よりも高い温度(12℃以上)でLT₅₀を示し、また同じく寒冷地向けに育成された近代品種のハマアサヒも11℃でLT₅₀を示し、その適応する栽培地から見れば他の品種に比較して必ずしも低温域での高い発芽特性があるとは言えない特徴を示したことは注目される。この理由は、これら2品種の低温域での弱い発芽特性が今日の保護育苗方法に適應した結果であると推察される。DEE-GEO-WOO-GENとユーカラを祖先とするJOSAENG TONG-ILとMILYANG 23のLT₅₀が12℃となったが、このことも育成地である韓国の現在の育苗体系が保護苗代であり、それに対する適応のためであるかもしれない。BG-2(たいほう×長香稻)も長香稻に比べて1ランク低いところにLT₅₀があるのもあるいは同じ理由によると見られる。あるいは大粒種の多くが12℃にLT₅₀を示したことに見られるような大粒種のなんらかの遺伝的特性と関連しているのかも知れない。

以上2つの実験を通じて、水稲種子の完熟期で問題と

なる穂発芽性、休眠覚醒後の直播栽培で問題となる低温発芽性に対応する温度域での発芽特性を検討した。これらのことから、次ぎの点が特徴として指摘できる。すなわち、ジャワ型品種および多くの日本型品種は穂発芽性が高い傾向を示した。一方、インド型品種は、なんらかの程度の休眠性があるため穂発芽性が低い傾向を示した。これに対して、休眠覚醒後はジャワ型品種および日本型品種のとくに近代品種の祖先となった品種は低温発芽性が高く、一般にインド型品種の低温発芽性が低い傾向が見られた。

摘 要

1) 日本型品種42品種、インド型品種14品種、ジャワ型品種14品種、育成大粒系統3系統を用いて、採種後約3ヶ月後に水温を30℃、20℃、15℃、に制御した水漕で（穂）発芽試験を行なった。

2) 次ぎの4つの特徴を有する品種（群）が各生態種に識別された。ただし、生態種によってはある群に品種が存在しない場合があった。

A群：温度・時間に依存しない群

B群：時間依存群

C群：温度依存群

D群：温度・時間依存微弱または休眠群

3) 生態種別の特徴を見ると、日本型品種の多くはA群にそして一部はB群に属し、インド型品種はC群がもっとも多く、ジャワ型品種はすべてA群に属していた。

4) 日本型品種40品種、インド型品種13品種、ジャワ型品種13品種、育成大粒系統2系統を用いて、水温を12℃、11℃、10℃、9℃に制御した水漕で発芽試験を行なった。

5) 本実験条件の最低水温9℃で発芽した品種は日本型品種が16、インド型品種2、ジャワ型品種6であり、日本型品種に低い温度域で発芽可能な品種が多く存在した。

6) LT_{50} （発芽が50%になる温度）が12℃（またはそれ以下）の品種がインド型品種に比較して日本型およびジャワ型品種に多く存在した。

謝 辞

本研究を進めるにあたって、山形大学農学部附属農場耕種部の職員諸氏および山形大学農学部育種学研究室の鶴見 功・佐藤ノリコ両氏の御協力をいただいた。記して謝意を表する。

引用文献

- 1) 姫田正美(1970). 水稲種子の発芽最低温度に関する一知見. 日作紀. 39:244-245.
- 2) 北陸農試(1978). 内外稲品種の特性解析. 一第2報—北陸農業研究資料—第4号—. PP.44-45, 55-60.
- 3) 池田光雄(1976). 稲種子の穂発芽に関する研究. 鹿大農学術報告. 13:89-115.
- 4) 池橋 宏(1967). 環境による水稲品種の発芽性の変動とその検定・選抜方法に関する研究. 1. 登熟中の温度が発芽に及ぼす影響. 育雑. 17:144-149.
- 5) 池橋 宏(1973). 稲の発芽諸特性の品種間差異および環境変動に関する育種学的研究. 農事試研究報告. 19:1-60.
- 6) 稲作指針（良質米低コスト生産の推進）(1985). 山形県農林水産部. PP.29.
- 7) 井上重陽(1935). 種子の発芽温度に関する研究. イネ科数種作物の幼芽の抽出力について. 第1報. 日作紀. 7:200-217.
- 8) 榎淵欽也(1975). イネの品種生態. 農業技術体系. 作物編Ⅰ. 農文協 PP.295-335.
- 9) 李 弘祐・田口啓作(1969). 稲種子の低温発芽性に関する研究. 第1報 低温発芽性の品種間差異および親植物の栽培環境の影響. 北大農邦文紀要. 7:63-71.
- 10) 李 弘祐・田口啓作(1969). 稲種子の低温発芽性に関する研究. 第2報 親植物に対する数種処理が次代種子の休眠性および低温発芽性におよぼす影響. 北大農邦文紀要. 7:138-146.
- 11) 松田清勝(1930). 低温における稲の二三品種の発芽に就いて(予報). 日作紀. 2:263-268.
- 12) 松尾孝嶺(1952). 栽培稲に関する種生態学的研究. 農技研報告. D3:1-111.
- 13) 宮坂 昭(編者)(1973). イネの直播栽培 農文協.
- 14) 永松土巳(1943). 栽培稲の地理的分化に関する研究. 1. 種生態学的に見たる発芽性の分化に就いて. 遺雑. 19:47-56.
- 15) 西川五郎・三上藤三郎(1946). 低温発芽に関し日本水稲梗, 中国水稲梗, 同籼及び印度稲の比較. 日作紀. 15:38-41.
- 16) 農技情協（農林水産技術情報協会）(1980). 稲種苗特性分類と審査基準案 PP.35.
- 17) 岡 彦一(1954). 稲種子の発芽最低温度と温度恒数

の品種間差異. 育雑. 4:140-144.

- 18) 佐々木多喜雄(1974). 稲品種の低温発芽性に関する育種学的研究. 北海道立農試報. 24:1-99.
- 19) 高橋成人(1962). 稲種子の発芽に関する生理遺伝学的研究. 一とくに発芽を支配する遺伝要因について. 東北大農研彙報. 14:1-87.
- 20) 鳥山国土(1962). 湛水直播用水稲品種の改良と問題点. 農業技術 17:305-309.
- 21) 滝田 正・佐藤尚雄・榊淵欽也(1979). 水稻超大粒系統の育成. 農園. 54:81-82.
- 22) 安江多輔・浅井 靖(1968). 稲種子の穂発芽とその要因(稲種子の休眠と穂発芽に関する研究1). 岐阜大農研究報告. 29:67-79.
- 23) 輪田 潔(1948). 原産地を異にせる稲種子の発芽に及ぼす低温の影響について. 日作紀. 18:38-39.
- 24) 渡辺昌幸・上林儀徳・佐藤農一(1974). 地域による穂発芽の品種間差異. 日作東北支部報. 16:28-31.