

品種・遺伝資源

中国産水稻品種の耐塩性

劉建¹⁾・辺嘉賓²⁾・塩津文隆¹⁾・豊田正範²⁾・楠谷彰人²⁾

(¹⁾ 愛媛大学大学院連合農学研究科, ²⁾ 香川大学農学部)

要旨：中国の華北地域産品種 30 と日本の新旧品種 30 の発芽時および幼植物耐塩性を比較した。水道水を対照とし、NaCl 濃度 0.2% (34 mM), 0.4% (68 mM), 0.6% (103 mM), 0.8% (137 mM) および 1.0% (171 mM) での発芽試験を行った結果、中国品種と日本品種の発芽時耐塩性に有意差はなかった。0.25% (43 mM) の塩水中で 16 日間葉齢 7 前後の幼植物を栽培したところ、幼植物耐塩性は、中国品種の方が日本品種よりも有意に高かった。発芽時耐塩性と幼植物耐塩性との間に有意な相関関係は認められなかった。しかし、中国品種墾育 18 や津粳 206 は発芽時耐塩性と幼植物耐塩性の両方が高く、日本品種の中では、あきげしき、愛国、フジヒカリの幼植物耐塩性が高かった。したがって、これらの品種は今後の華北地域における耐塩性育種の有用な育種母材になるとみられた。

キーワード：遺伝資源, 水稻, 耐塩性, 中国華北地域, 発芽時, 品種間差異, 幼植物。

中国の華北地域（北京市，天津市，河北省，河南省，山東省および山西省）には、塩類土壌が広く分布している。その面積は 230～240 万 ha と推定され、これは全耕地面積の約 16.7% に相当する (Huang and Rozelle 1995)。このため、作物生産における塩害が大きな問題となり、栽培される作物には高度の耐塩性が求められている。湛水状態で栽培される水稻においても塩害は発生し、最近の水不足がその被害を助長している（注：天津市農業科学院 趙居生 私信）。

華北地域では約 90 万 ha に水稻が栽培されているが、人工培土を使った育苗はほとんどみられない。このため、塩類土壌地帯の水稻栽培では播種～育苗期から塩害を受けることになり、その後の生育や収量に影響する。したがって、生育時期別にみると、この時期の耐塩性が特に重要であると考えられる。また、近年この地域では、新しい良食味品種への期待が高まっている（注：天津日報 第 18238 号 1999 年 4 月 4 日）が、新しく育成される品種の特性にも耐塩性を欠かすことはできない。したがって、この地域における今後の水稻育種では耐塩性と食味の結合が最も重要な課題になるとと思われる。しかし、その基礎となる耐塩性や食味特性の品種間差異を調査した報告は少なく（崔ら 1999, 2000, 2001）、食味と耐塩性との関係について検討した報告もみられない。実際育種の場合でも、これらを直接対象にした選抜は行われていない（注：趙居生 私信）。

本研究はこうした背景の中で、中国華北地域における今後の耐塩性良食味水稻品種の育成に関する基礎的知見を得る目的で実施した。本報ではまず、現在この地域で栽培されている品種と日本の新旧品種の発芽時と幼植物の耐塩性を比較することによって、新しく育成される品種の種子と苗に必要な耐塩性の程度を知ろうと試みた。あわせて、その結果に基づいて新品種育成のための育種母材について考察した。

材料と方法

1. 供試品種

試験は、香川大学農学部において第 4 表に示した 60 の日本型品種・系統（以下、品種とする）を供試して行った。このうち、品種番号 1 から 30 までは最近入手した華北地域産品種であり、31 から 60 は同農学部作物学研究室で保存している約 500 品種の中から無作為に選んだ日本品種である。そこで、以下では 1～30 を中国品種、31～60 を日本品種と総称した。

2. 発芽時の耐塩性

2004 年 11 月に、約 1 ヶ月前に採種した種粃を 50℃ で 7 日間熱風乾燥して休眠を打破した。その後、比重 1.10 の塩水選によって供試種子を選別し、ベノミル水和剤で 24 時間消毒した。濾紙一枚を敷いた直径 90 mm、深さ 15 mm のプラスチック製シャーレに、1 品種 1 シャーレ、各 50 粒を置床し、各シャーレに水道水と濃度 0.2% (34 mM), 0.4% (68 mM), 0.6% (103 mM), 0.8% (137 mM) および 1.0% (171 mM) の塩化ナトリウム溶液を 10 cc ずつ注入した。これらを、24℃ の恒温器内に設置して暗黒内での発芽試験を行った。以下では、この塩化ナトリウムを塩分と呼び、水道水を注入したシャーレを対照区、塩化ナトリウム溶液を注入したシャーレを塩水処理区とした。

幼芽が 2 mm 以上伸長したものを発芽粒とみなし、置床後 10 日目まで 24 時間おきに発芽粒数を調査した。また、7 日目に幼芽が 2 cm 以上伸びたものに 4 点、1～2 cm のものに 3 点、1 cm 未満のものに 2 点、発根のみのものに 1 点、発芽も発根もしていないものに 0 点を与え、品種ごとの平均点（発芽評点）を算出した。ただし、幼芽長は観察によって判定した。塩分濃度と各濃度における発芽評点との回帰

直線の傾きの絶対値を発芽時の耐塩性スコアとした。

3. 幼植物の耐塩性

2004年6月に、各品種とも葉齢を4前後 (4 ± 0.1) に揃えた苗 (Gloria ら 1991) を育苗用人工培土 (N, P_2O_5, K_2O をそれぞれ 0.175, 0.25, 0.2 g/kg 含む) を充填した縦 $15 \times$ 横 $5 \times$ 高さ 15 cm の有穴方形ポットに1品種5本ずつ移植した。移植は1品種2ポットについて行った。これを大型バット内に設置し、19日間水道水で養成した後、0.25% (43 mM) の塩化ナトリウム溶液中で16日間栽培した。処理開始時の葉齢は7前後で、華北地域における一般的な移植苗の葉齢にほぼ一致していた。

処理終了日に、茎葉部の枯死程度を枯死率20%きざみで、0 (枯死率100%) から5 (同, 0%) までの6段階に評価した。評価は6名が観察によって行い、その平均値を幼植物の耐塩性スコアとした。

結 果

1. 発芽時耐塩性

第1表に、対照区および塩分濃度0.4%区と1.0%区における全品種および中国品種と日本品種別の平均発芽開始日および置床後7日目と10日目の平均発芽歩合を示した。全品種の平均発芽開始日は、対照区では3.5日、0.4%区

では4.0日、1.0%区では6.3日であった。平均発芽歩合は、対照区では7日目に99%となり、8日目には全ての品種が100%発芽した。0.4%区でも、7日目には60品種中37品種で100%の発芽がみられ、平均発芽歩合は94%に達した。10日目には56品種が100%発芽し、平均発芽歩合は99%となった。一方、1.0%区での平均発芽歩合は、7日目は35%、10日目でも69%にとどまり、10日目の発芽歩合が100%であったのは11品種にすぎなかった。いずれの塩分濃度でも、発芽歩合に中国品種と日本品種の間に有意差はなかった。

置床後7日目の各塩分濃度における発芽評点を算出し、全品種および中国品種と日本品種の平均値を第2表に示した。いずれの塩分濃度においても日本品種と中国品種の平均値に有意差は認められなかった。全品種平均の塩分濃度別発芽評点の対照区に対する比は、0.2%区では0.84、0.4%区では0.76、0.6%区では0.59、0.8%では0.42、1.0%区では0.21であり、塩分濃度が高くなるに従って発芽評点は低下した。しかし、第3表に示したように、対照区の発芽評点と各塩分濃度での評点との間には0.1%水準で有意な正の相関関係が存在し、水道水中で発芽に優れる品種は塩水中でも発芽の良いことが明らかになった。

第1図は、津星2、つぶより、ヒノヒカリの塩分濃度と発芽評点との関係を示したものである。後で述べるように、

第1表 塩分濃度0.4%区および1.0%区における発芽開始日及び発芽歩合の平均値。

	発芽開始日 (日)			7日目発芽歩合 (%)			10日目発芽歩合 (%)		
	対照区	0.4%区	1.0%区	対照区	0.4%区	1.0%区	対照区	0.4%区	1.0%区
全品種平均値	3.5	4.0	6.3	99	94	35	100	99	69
中国品種平均値	3.4	3.9	5.8	99	98	46	100	99	76
日本品種平均値	3.6	4.2	6.8	99	91	24	100	98	62
有意差	ns	***	***	ns	ns	ns	ns	ns	ns

***, t検定により、中国品種と日本品種との間に0.1%水準で有意差があることを示す。
ns, 有意差なし。

第2表 塩分濃度が発芽評点に及ぼす影響。

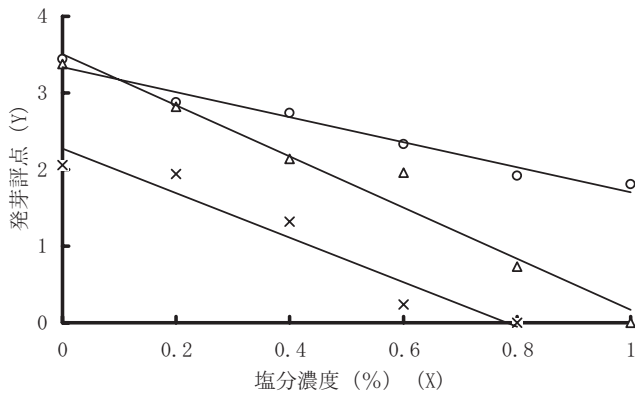
	発芽評点					
	対照区	0.2%区	0.4%区	0.6%区	0.8%区	1.0%区
全品種平均値	3.3	2.7(0.84)	2.5(0.76)	1.9(0.59)	1.4(0.42)	0.7(0.21)
中国品種平均値	3.6	2.8(0.78)	2.6(0.72)	2.0(0.56)	1.6(0.44)	1.0(0.28)
日本品種平均値	3.0	2.7(0.90)	2.4(0.80)	1.9(0.63)	1.2(0.40)	0.5(0.17)
有意性	ns	ns	ns	ns	ns	ns

(), 対照区比; ns, t検定により、中国品種と日本品種の平均値に有意差がないことを示す。

第3表 対照区の発芽評点と塩水処理区の発芽評点および発芽時耐塩性スコアとの相関関係。

	発芽評点					発芽時耐塩性スコア
	0.2%区	0.4%区	0.6%区	0.8%区	1.0%区	
対照区の発芽評点	0.745***	0.705***	0.638***	0.700***	0.675***	0.072

***, 0.1%水準で有意。



第1図 津星2, つぶよりおよびヒノヒカリの置床後7日目における塩分濃度と発芽評点との関係.

○ : 津星2 ($Y = -1.6X + 3.3$, $r = -0.986^{***}$)

△ : つぶより ($Y = -3.4X + 3.6$, $r = -0.987^{***}$)

× : ヒノヒカリ ($Y = -2.9X + 2.7$, $r = -0.931^{**}$)

, * : それぞれ1%, 0.1%水準で有意.

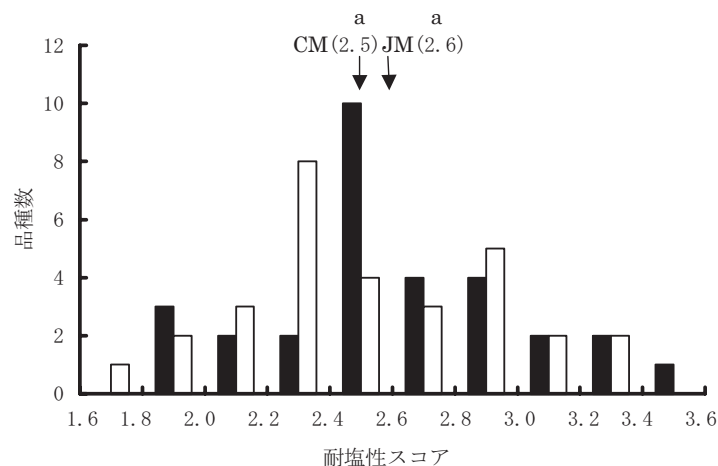
津星2は発芽時耐塩性が供試品種中最強, つぶよりは最弱, ヒノヒカリは中程度と判定された品種である. 発芽評点は, いずれの塩分濃度でもヒノヒカリが最も低く, 津星2が最も高かった. 3品種とも塩分濃度と評点との間に有意な負の相関関係が認められた. しかし, 回帰直線の傾きは品種によって異なり, つぶよりが-3.4, ヒノヒカリが-2.9, 津星2が-1.6であった. この回帰直線の傾きは塩分濃度の上昇に伴う発芽評点の低下割合を示すものである. そこで, 本試験ではこの傾きの絶対値を発芽時の耐塩性スコアとし, スコアの高い品種ほど塩分増加による発芽抑制が大きく, 耐塩性が弱いと考えた. なお, 塩分濃度と発芽評点との相関係数は, いずれの品種においても有意であった.

第4表に供試品種の発芽時の耐塩性スコア, 第2図に中国品種と日本品種のスコア別頻度分布を示した. スコアが最低で発芽時耐塩性が最も強いと判定されたのは中国品種

第4表 供試品種および耐塩性スコア.

番号	品種名	発芽時耐塩性 スコア	幼植物耐塩性 スコア	型	番号	品種名	発芽時耐塩性 スコア	幼植物耐塩性 スコア	型
1	中作23	2.3	1.9	I B	31	愛国	2.1	2.6	I A
2	中作93	2.1	2.1	I B	32	ナギホ	2.3	2.4	I A
3	早花2	2.9	1.1	II B	33	コシヒカリ	2.9	2.1	II B
4	津星2	1.6	2.0	I B	34	キヌヒカリ	3.3	2.2	II B
5	津稲1129	2.3	2.6	I A	35	ヒノヒカリ	2.9	2.2	II B
6	金穂1	1.9	2.5	I A	36	青い空	2.4	2.2	I B
7	金穂2	2.3	3.0	I A	37	秋晴	3.0	2.2	II B
8	金穂102	2.2	2.8	I A	38	旭	2.5	2.0	I B
9	懇優2000	2.5	3.1	I A	39	あきたこまち	2.9	1.5	II B
10	懇育8	2.8	2.9	II A	40	あきげしき	2.7	2.7	II A
11	懇育16	2.2	3.0	I A	41	フジヒカリ	2.4	2.6	I A
12	懇育18	2.0	2.8	I A	42	はつなのり	2.6	1.8	II B
13	懇育20	2.0	2.7	I A	43	ほしのゆめ	2.4	2.3	I B
14	懇育28	2.4	2.8	I A	44	ホウネンワセ	2.9	1.3	II B
15	花育13	2.9	2.6	II A	45	ひとめぼれ	2.6	1.7	II B
16	金珠1	2.8	2.7	II A	46	コトミノリ	2.5	2.5	I A
17	津星1	2.4	3.0	I A	47	金南風	3.2	2.3	II B
18	99-409H	2.6	2.9	II A	48	ミナミニシキ	3.1	2.4	II A
19	津粳206	1.8	2.8	I A	49	農林1号	2.7	1.3	II B
20	津粳8340	3.2	2.2	II B	50	農林18号	1.9	2.5	I A
21	99-1	2.2	2.5	I A	51	日本晴	2.4	2.1	I B
22	1613	3.2	2.5	II A	52	ニホンマサリ	2.4	2.1	I B
23	中作17	3.0	3.1	II A	53	雄町	1.8	2.1	I B
24	津稲308	2.3	2.7	I A	54	神力	2.3	2.4	I A
25	津稲1187	2.7	2.5	II A	55	東山38号	1.8	2.4	I A
26	懇育9109	2.8	2.3	II B	56	つぶより	3.4	2.2	II B
27	94-101	3.1	3.0	II A	57	ウズシオ	2.1	2.0	I B
28	9516	2.5	2.3	I B	58	夢つくし	2.4	2.0	I B
29	9540	2.3	2.5	I A	59	岡山朝日	2.4	2.0	I B
30	津稲779	2.6	2.7	II A	60	コガネマサリ	2.4	1.9	I B
平均		2.5	2.6		平均		2.6	2.1	

品種番号1~30: 中国品種, 31~60: 日本品種.

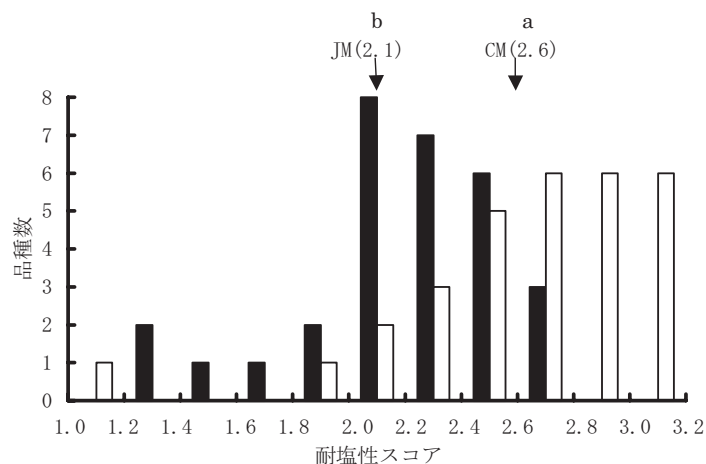


第2図 発芽時耐塩性スコアの頻度分布.

□: 中国品種, ■: 日本品種.

CM: 中国品種平均値, JM: 日本品種平均値.

同じアルファベット間には, t検定により有意差がないことを示す.



第3図 幼植物耐塩性スコアの頻度分布.

□: 中国品種, ■: 日本品種.

CM: 中国品種平均値, JM: 日本品種平均値.

異なるアルファベット間には, t検定により1%水準で有意差があることを示す.

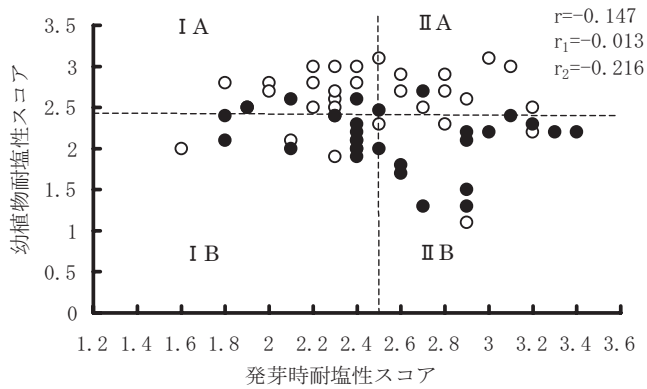
津星2 (スコア: 1.6) であり, スコアが最高で耐塩性が最も弱かったのは日本品種つぶより (同, 3.4) であった. 津星2の他, 中国品種では金穂1, 墾育18, 墾育20, 津粃206, 日本品種では農林18号, 雄町, 東山38号のスコアが2.0以下で低かった. 全品種の平均は2.5であった. 中国品種は2.2~2.4, 日本品種は2.4~2.6にモードがあり, それぞれの平均値は2.5と2.6であったが, 品種群間に有意差は認められなかった. なお, 発芽時の耐塩性スコアと対照区における発芽評点との相関係数は有意ではなく, 水道水中での発芽の良否と塩分上昇による発芽抑制の強弱とは無関係であった (第3表).

2. 幼植物の耐塩性

第4表に, 各品種の幼植物における耐塩性スコアを示し

た. スコアは墾優2000と中作17の3.1 (枯死率38%) が最も高く, 次が金穂2, 墾育16, 津星1, 94-101の3.0 (同, 40%) であり, 最低は早花2の1.1 (同, 78%) であった. これらはともに中国品種であったが, 日本品種では, あきげしきのスコア2.7 (同, 46%) が最高で, 愛国とフジヒカリの2.6 (同, 48%) がこれに次ぎ, ホウネンワセと農林1号の1.3 (同, 74%) が最低であった. 全品種の平均は2.4 (同, 52%) であった.

第3図には, 中国品種と日本品種の幼植物耐塩性スコアの頻度分布を示した. 中国品種は, 早花2のみが特別低かったものの1.8から次第に品種数が増加し, 2.6~3.2の各層に6品種ずつが含まれた. 日本品種は2.0~2.2にモードがあり, それ以上の層では2.8まで順次減少したが, 1.2~2.0の間の各層に1~2品種が分布した. 中国品種の平



第4図 発芽時耐塩性と幼植物耐塩性との関係。
○：中国品種，●：日本品種，---：平均値。
 r ， r_1 ， r_2 はそれぞれ全品種，中国品種と日本品種の
相関係数。

均は2.6（枯死率48%），日本品種の平均は2.1（同，58%）であり，有意な品種群間差異が認められた。

3. 発芽時の耐塩性と幼植物の耐塩性との関係

第4図に，発芽時の耐塩性スコアと幼植物の耐塩性スコアとの関係を示した。全品種についての相関係数は有意ではなく，中国品種と日本品種別にみた相関係数も有意ではなかった。したがって，中国品種と日本品種に関わらず，発芽時の耐塩性に優れた品種が幼植物の耐塩性も強いという傾向はみられず，両時期の耐塩性の組合せは品種により異なっていた。そこで，全品種の平均値を基準にして，発芽時耐塩性ではスコア2.5以下を強（I），2.6以上を弱（II），幼植物耐塩性ではスコア2.4以上を強（A），2.3以下を弱（B）に区分し，その組合せにより発芽時と幼植物の耐塩性についての品種分類を行った。

第4表に示したように，I A型，すなわち発芽時耐塩性と幼植物耐塩性の両方が強に判定された品種は21あったが，その内訳は中国品種14，日本品種7であった。中でも，中国品種の墾育18と津粳206は，発芽時および幼植物耐塩性スコアがともに比較的高水準にあった。I B型（発芽時耐塩性強，幼植物耐塩性弱）には14品種（中国品種4，日本品種10）が含まれた。また，11品種（中国品種9，日本品種2）がII A型（発芽時耐塩性弱，幼植物耐塩性強）に分類された。他の14品種（中国品種3，日本品種11）は，発芽時耐塩性と幼植物耐塩性がともに弱であるII B型と判定された。

考 察

水稻の塩害については，これまでも多数の報告（山内ら1987，山内1989，Gloriaら1991，趙ら1995，1996，植原ら1999，2001a，2001b）があり，耐塩性の品種間差異やその発現機構，収量および収量構成要素に及ぼす影響，光合成や物質生産との関係などに関する多くの知見が集積されている。しかし，中国の華北地域産品種についてこれら

を調査した報告はみられない。そこで，本試験では，この地域で栽培されている品種30と日本の新旧品種30を供試し，発芽時と葉齢7前後における幼植物の耐塩性を比較した。

稲種子の発芽性を評価する指標としては，発芽開始日，発芽歩合，平均発芽日数，発芽係数などが用いられることが多い。しかし，発芽開始日は発芽が始まるまでの日数だけを示すもので，その後の幼芽の様子をこれによって知ることはできない。また，発芽歩合は発芽力，平均発芽日数は発芽の速度を表し，発芽係数は発芽力に発芽速度を加味したものと考えられているが（佐々木1969），これらにも発芽した後の幼芽の状態に関する情報は含まれていない。耐塩性育種においては，発芽そのもののばかりでなく，発芽後の幼芽の伸長も問題とされる。そこで，本試験では，Manoら（1996），間野・武田（2001）の方法に準じ，置床後7日目の幼芽の伸長程度によって塩水中での発芽性を検定した。すなわち，各塩分濃度における発芽粒にその幼芽の長さに応じた分級点を与え，点数ごとの粒数から平均点（発芽評点）を算出した。したがって，この発芽評点によれば塩分による発芽抑制と幼芽の伸長抑制の程度を同時に評価することができる。

発芽評点はいずれの品種も塩分濃度が高くなるに従って低下した。しかし，塩分濃度0.2%区と0.4%区における全品種の平均発芽評点の対照区（水道水）に対する比は，0.84と0.76であった（第2表）。このため，塩分濃度が0.2%～0.4%では水道水中での8割前後の発芽と幼芽の伸長が確保できると推測された。華北地域でも0.5%以上の塩分条件で水稻が栽培されることはほとんどなく，0.2%前後での塩害が問題になることが多い（注：趙居生私信）。したがって，塩分濃度0.4%位までの発芽に関しては本試験に供試した品種の耐塩性でもそれほど支障はないと思われる。

対照区における発芽評点と各塩分濃度での評点との間には有意な正の相関関係が存在（第3表）し，対照区で発芽の優れた品種ほど塩水中での発芽も良かった。これは，塩分とは無関係な品種本来の発芽の良否が塩水中での発芽の良否に影響することを示すものである。一方，対照区における発芽評点と，塩分濃度と発芽評点との間の回帰直線の傾きとの相関関係は有意ではなかった（第3表）。この回帰直線の傾きは，絶対値が小さいほど塩分濃度の上昇による発芽と幼芽の伸長抑制が小さいこと，すなわち塩分増加に対する発芽抵抗性が強いことを意味するが，水道水中での発芽良否とは無関係であった。例えば，第1図においてヒノヒカリとつぶよりを比べると，どの塩分濃度でもヒノヒカリの発芽評点が低かった。このため，発芽評点からはヒノヒカリの耐塩性が弱いようにみえるが，塩分濃度の上昇に伴う発芽評点の低下割合はつぶよりよりも小さく，塩分に対する発芽時の抵抗性はヒノヒカリの方が強いと考えられた。これらより，本試験ではこの傾きの絶対値を発芽

時における耐塩性スコアとした。

発芽時の耐塩性スコアは、中国品種津星2の1.6から日本品種つばよりの3.4までの範囲に分布していた(第4表, 第2図)。2.0以下の低いスコアを示した品種は、中国品種では津星2など5品種、日本品種は農林18号など3品種で、品種群別平均値は中国品種2.5、日本品種2.6で有意差は認められなかった。すなわち、発芽歩合(第1表)、発芽評点(第2表)、耐塩性スコア(第2図)のいずれにも有意な品種群間差はみられず、中国品種と日本品種の発芽時耐塩性に差はないと判断された。

葉齢7前後からの幼植物を0.25%の塩水中で16日間栽培し、その茎葉部の枯死率を観察評価して幼植物の耐塩性スコアを求めた(第4表, 第3図)。スコアの最高は中国品種墾優2000と中作17の3.1(枯死率38%)で、最低は中国品種早花2の1.1(同, 78%)であった。中国品種金穂2、墾育16、津星1、94-101もスコアが3.0(同, 40%)で高く、日本品種の中ではあきげしきの2.7(同, 46%)、愛国およびフジヒカリの2.6(同, 48%)が高い値を示した。品種群別の頻度分布は明らかに中国品種の方がスコアの高い方へ偏り、その平均は2.6(同, 48%)で日本品種の平均2.1(同, 58%)を有意に上回っていた。したがって、幼植物耐塩性は中国品種の方が日本品種よりも強いと判断される。

このように、発芽時耐塩性に中国品種と日本品種の間で有意差はみられなかったが、幼植物耐塩性には有意な品種群間差が認められた。この原因を本試験の結果から明らかにすることはできないが、種子の発芽と幼植物の成長を規制する要因が異なることが理由の一つではないかと推察される。すなわち、発芽は種子中の栄養分を利用して行われ、幼植物の成長は光合成で生産された同化産物によって営まれる。また、作物の塩害には土壌溶液中の塩類の浸透圧による吸水障害(浸透圧ストレス)と塩を構成しているイオンの過剰害(イオンストレス)が関与し(桃木2003)、水稻やオオムギにおける発芽時の塩分障害には浸透圧ストレス、幼植物にはイオンストレスの影響が強いと報告されている(山内ら1987, 山内1989, Manoら1996)。このため、オオムギではそれぞれを支配する遺伝子は別であるとの指摘もなされている(Mano and Takeda 1997)。したがって今後は、種子の特性(塩分の吸収、蓄積されている同化産物量、種子内の浸透圧などの差)および幼植物の特性(光合成能力、根による塩排除力、適合溶質の生成量などの差)と塩分との関係を検討する必要がある。

発芽時の耐塩性スコアと幼植物の耐塩性スコアの相関関係は有意ではなく、発芽時耐塩性と幼植物耐塩性とは無関係であった(第4図)。すなわち、本試験に供試した品種の中に両時期の耐塩性がともに極強というものは含まれていなかったが、墾育18や津粳206のように両方が高い水準にある品種は幾つかみられた。したがって、これらの品種は今後の耐塩性育種における有用な育種母材になると考

えられる。しかし、先にも検討したが、塩分濃度0.4%位までは発芽に対する影響は小さく、華北地域における品種の発芽時耐塩性を今以上に高めていく必要性は小さいと思われる。一方、幼植物は塩分濃度が0.25%でも強い障害を受けるので、幼植物耐塩性については一層の強化が望まれる。とくに今後、良食味品種育成の母材として日本品種の利用を考えるような場合には、最低でも中国品種並以上であるあきげしき、愛国、フジヒカリ程度の幼植物耐塩性が要求されよう。ただ、あきげしきは別としても、愛国とフジヒカリは古い品種であり、食味についてはそれほど期待できない。特に愛国の食味は現在の華北地域産品種よりも劣ると報告されている(崔ら2000)。逆に、日本品種で良食味とされているコシヒカリ、キヌヒカリ、ヒノヒカリ、あきたこまち、ひとめぼれなどは、発芽時耐塩性と幼植物耐塩性がともに弱いII B型に分類された(第4表)。また、中国品種の中で食味特性が優れている早花2、金珠1、津粳779など(崔ら2000)の発芽時耐塩性は平均以下であり、幼植物耐塩性も中国品種の平均値並かわずかに上回る程度であった。したがって、華北地域における耐塩性良食味品種の育成においては、耐塩性と食味との関係を解析していくことが今後の課題になると考えられる。

引用文献

- 趙東夏・佐々木治人・石井龍一 1995. 韓国産水稻品種の耐塩性に関する研究. I. 乾物生産と個葉光合成における耐塩性の機構. 日作紀 64: 475-482.
- 趙東夏・伊藤亮一・石井龍一 1996. 韓国産水稻品種の耐塩性に関する研究. 第2報 NaCl 処理がイネの葉身、葉鞘、根の Na および K イオン濃度に及ぼす影響. 日作紀 65: 1-7.
- 崔晶・山村新・楠谷彰人・豊田正範・諸隈正裕・浅沼興一郎・丹野久・趙居生・李艶萍・陳秀琴 1999. 中国および日本産水稻品種の食味に関する研究—香川県と中国天津市産米の比較—. 日作四国支報 36: 14-27.
- 崔晶・趙居生・楠谷彰人・諸隈正裕・豊田正範・浅沼興一郎・丹野久 2000. 中国天津産水稻の食味に関する研究—品種間差異—. 日作紀 69: 314-319.
- 崔晶・楠谷彰人・趙居生・劉建・陳秀琴・諸隈正裕・豊田正範・浅沼興一郎 2001. 中国および日本産水稻品種の食味に関する研究—タンパク質含有率の品種間差に関わる諸要因—. 日作四国支報 38: 1-15.
- Gloria S. Cabuslay, Librada C. Blanco and Shigemi Akita 1991. Variation in seedling growth within a rice (*Oryza sativa* L.) cultivar and its effect on seedling salt tolerance evaluation. Jpn. J. Crop Sci. 60: 271-277.
- Huang, J. K. and Scott Rozelle 1995. Environmental stress and grain yields in china. Amer. J. Agr. Econ. 77: 853-864.
- Mano, Y., H. Nakazumi and K. Takeda 1996. Varietal variation in and effects of some major genes on salt tolerance at the germination in barley. Breed. Sci. 46: 227-233.
- Mano, Y. and K. Takeda 1997. Mapping quantitative trait loci for salt tolerance at germination and the seedling stage in barley (*Hordeum*

- vulgare* L.) . *Euphytica* 94 : 263–272.
- 間野吉郎・武田和義 2001. コムギの発芽時と幼植物における耐塩性の遺伝資源の検索 . 日作紀 70 : 215–220.
- 槇原大悟・津田誠・平井儀彦・黒田俊郎 1999. 生殖成長期の異なる生育時期における塩水灌漑によるイネの収量低下 . 日作紀 68 : 487–494.
- 槇原大悟・津田誠・平井儀彦・黒田俊郎 2001a. 登熟期のイネに与えられた塩水灌漑が玄米の乾物増加に及ぼす影響 . 日作紀 70 : 71–77.
- 槇原大悟・津田誠・平井儀彦・岡本憲治 2001b. ナトリウムイオン集積に対するイネ切断葉の光合成反応からみた耐塩性の評価 . 日作紀 70 : 78–83.
- 桃木芳枝 2003. 塩ストレス . 日本作物学会編, 温古知新—日本作物学会創立 70 周年記念総説集 . 254–257.
- 佐々木多喜雄 1969. 稲品種の低温発芽性に関する育種学的研究 . 第 1 報 品種間差異の検定方法 . 北農 35 : 1–16.
- 山内益夫・前田吉広・長井武雄 1987. 耐塩性の品種間差とナトリウムの吸収・移行特性との関係 (1) イネ . 土肥誌 58 : 591–594.
- 山内益夫 1989. イネにおける耐塩性の品種間差の発現機構 . 土肥誌 60 : 210–219.

Studies on Salt Tolerance of Chinese Rice Cultivar : Jian LIU¹⁾, Jiabin BIAN²⁾, Fumitaka SHIOTSU¹⁾, Masanori TOYOTA²⁾ and Akihito KUSUTANI²⁾ (¹⁾*United Grad. Sch. of Agr. Coll., Ehime Univ., Tarumi, Matsuyama 790-8566 Japan.*, ²⁾*Fac. of Agr., Kagawa Univ., Miki 761-0795, Japan*)

Abstract : Salt tolerance at the germination and seedling stages in 30 cultivars grown in Huabei area of China was compared with that in 30 Japanese cultivars. The result of the germination test in tap water (control) and saline water [0.2% (34 mM), 0.4% (68 mM), 0.6% (103 mM), 0.8% (137 mM) and 1.0% (171 mM) NaCl] showed no significant difference between the Chinese and Japanese cultivars. In the 5-week-old seedlings with about 7 leaves cultivated in 0.25% (34 mM) saline water for 16 days, salt tolerance of Chinese cultivars was significantly higher than that of Japanese cultivars at the seedling stage. No significant correlation was found between the salt tolerance at the germinating stage and that at the seedling stage. However, salt tolerance of two Chinese cultivars (Kenyou18 and Jindao206) was strong both at the germinating and seedling stages. In Japanese cultivars, Akigeshiki, Aikoku and Fujihikari showed high salt tolerance only at the seedling stage. These results suggested that these cultivars would be useful materials for salt-tolerance breeding in Huabei area.

Key words : Genetic resources, Germination, Huabei area of China, Rice, Salt tolerance, Seedling stage, Varietal difference.