日作紀（Jpn. J. Crop Sci.）62(2)：236—241（1993）

イネにおける止葉節からの発根速度と穂ばらみ期耐冷性との関係*

西村　実
（北海道農業試験場）

1992年7月30日受理

要　旨：寒地の水稲育種における穂ばらみ期耐冷性簡易検定法を開発することを目的として，圃場で栽培したイネの穂を止葉節をつけたまま抜きとり，水道水を入れた容器中で培養し，止葉節からの発根速度と穂ばらみ期耐冷性との関係に及ぼす諸条件ならびにその遺伝について検討した．品種間差を明確にするためには培養水温は25ないし30℃程度が適当であり，培養には生育時期の揃え易い出穂直後が適当と考えられた．出穂前に稲体に冷水掛け流し処理を行い低温ストレスを与えると，発根速度が明らかに低下した．73の北海道品種・系統を用いて発根速度を調べたところ，穂ばらみ期耐冷性の強さと発根のし易さとの間に明らかに正の相関が認められた．しかし，いくつかの品種ではこの関係が認められなかった．穂ばらみ期耐冷性程度が異なる2品種の交雑後代を用いて発根速度と穂ばらみ期耐冷性との関係について検討した．供試世代がF_2，F_3およびF_4の初期世代であり，固定度が低いため，両者の関係は明瞭ではなかった．以上のように止葉節からの発根速度は穂ばらみ期耐冷性と関係が深いことが示されたが，今後は両者の関係について遺伝的および生理的研究を進める必要がある．

キーワード：イネ，耐冷性，止葉節，発根速度，品種間差，穂ばらみ期．

Relation between the Rooting Ability from Flag Leaf Node and the Cool Tolerance at the Booting Stage in Rice : Minoru NISHIMURA (*Hokkaido National Agricultural Experiment Station, Sapporo 004, Japan*)

Abstract : Studies were conducted to clarify the relation between the rooting ability from flag leaf node and the cool tolerance at the booting stage in rice. Panicles with the flag leaf nodes were taken from plants just after the heading and kept in water, cutting out the stems at 3 to 5 cm below the flag leaf nodes. Days from the start of the treatment to the rooting were evaluated as the rooting ability. In the 15°C treatment, rooting was not found. In the 25°C and 30°C treatment, the rooting ability of varieties from the flag leaf nodes was closely correlated with the cool tolerance. Rooting from the flag leaf nodes was rarely found when panicles were taken after heading. On the contrary, rooting ability was higher when panicles were taken before heading than just after heading. Although rooting ability became lower when panicles were taken after irrigation with cool water before heading, rooting ability of the varieties with the cool tolerance was higher than that of the varieties with cool sensitivity. The rooting ability of F_2, F_3 and F_4 progenies between two varieties of high and low tolerance for cool temperature at the booting stage were tested. Relation between the rooting ability and cool tolerance was not clear, probably because the fixation degree of these progenies was not enough. It is necessary to investigate this relation using the more advanced progenies.

Key words : Booting stage, Cool tolerance, Flag leaf node, Rice, Rooting ability, Varietal difference.

現在，穂ばらみ期耐冷性（以後耐冷性と略記）の検定方法として，冷水掛け流し法，短期冷水深水処理法あるいは人工気象室において低温処理を行う方法等が採用されている．これらの方法では北海道以外の品種，とりわけ外国稲では感光性が強く極晩性であることが多いため，出穂しなかったり，あるいは短日処理を必要とするために耐冷性検定が不可能であったり，またその精度が低下するのが現状である．

近年，外国稲の耐冷性が評価され[2]，これらを利用して中間母本農8号等の中間母本系統が育成されている[1]．しかし，外国稲の中でも極晩生の品種は北海道のような高緯度地帯では上記理由により耐冷性の正確な評価が効率的にできないのが現状である．高緯度地帯において出穂が難しい遺伝資源の耐冷性の評価を栄養生長期間に行う方法としてイネの茎からの溢泌液量と耐冷性との関係が示唆されたが，この方法により耐冷性を実用レベルで検定するにはまだ多くの問題が残されている[3]．

また従来の耐冷性検定法では低温処理の実施あるいは耐冷性の評価を種子稔性で示しているため，その測定に多大な労力を必要とする．このような労力を軽減するために低温処理によらず，しかも，種子稔性を測定せずに耐冷性を判定できる簡易検定法開発の基礎的知見を得ることを目的に耐冷性と出穂直後における止葉節からの発根速度との関係について

* 大要は，第191回講演会（1991年4月）において発表．

NII-Electronic Library Service

検討した．

材料と方法

1. 発根速度に影響を及ぼす諸条件の検討

標肥条件（6 KgN/10 a）で栽培した耐冷性の異なる数品種（第1～4表）について出穂直後に止葉節および止葉をつけたまま穂を抜きとり，止葉節以下3～5 cmの茎を残して切りとった．これを水道水を入れた褐色びん（1500 m*l*）にさして培養し，止葉節からの発根速度を以下の4点に関して調べた．なお発根速度は穂を抜きとってから発根するまでの日数で評価した．① 抜きとった穂における止葉の剪葉の有無による発根数と種子稔性の差異（水温25°C），② 3種類の培養水温条件（15，25および30°C，恒温水槽を使用），③ 穂を抜きとる前に約1箇月にわたり稲体に冷水掛け流し処理した場合（水温25°C），④ 出穂前（葉耳間長5～10 cm），出穂直後および穂首完全抽出後の3生育時期に穂を抜きとった場合（水温25°C）．

2. 発根速度の品種間差および遺伝

1985，1986および1987年において耐冷性の異な

第1表　止葉の有無による発根数の差異（25°C）．

品種名　（耐冷性）	穂 No.	発根数											
		止葉剪葉							止葉無剪葉				
		1	2	3	4	5	6	平均値	7	8	9	10	平均値
はやゆき　（極強）		8	12	7	9	9	15	10.0	19	11	11	16	14.3
はやこがね（強）		11	12	13	15	11	12	12.3	15	15	4	17	12.8
イシカリ　（や強）		8	10	16	6	14	1	9.2	1	5	7	9	5.5
農林20号（や弱）		0	0	0	4	1	10	2.5	0	0	2	10	3.0
早生錦　（極弱）		0	0	0	0	0	0	0.0	0	4	0	0	1.0

第2表　培養水温と発根速度との関係．

処理温度	品種名　（耐冷性）	処理穂数	発根の認められた穂数					
			処理後2日	3日	4日	5日	6日	7日
	はやゆき　（極強）	12	0	0	0	0		
15°C	はやこがね（強）	12	0	0	0	0		
	イシカリ　（や強）	12	0	0	0	0		
1985	農林20号（や弱）	12	0	0	0	0		
	早生錦　（極弱）	12	0	0	0	0		
	はやゆき　（極強）	12	6	6	7	7		
25°C	はやこがね（強）	12	4	4	9	9		
	イシカリ　（や強）	12	5	11	11	11		
1985	農林20号（や弱）	12	0	3	3	3		
	早生錦　（極弱）	12	0	0	0	1		
	はやゆき　（極強）	17	0	5	8	9	11	12
25°C	はやこがね（強）	17	2	7	14	16	16	16
	イシカリ　（や強）	16	0	0	5	11	12	14
	ゆうなみ　（中）	17	0	0	6	13	15	17
1987	農林20号（や弱）	16	0	0	0	0	1	3
	早生錦　（極弱）	17	0	0	2	2	2	4
	はやゆき　（極強）	17	2	12	13	15	16	16
30°C	はやこがね（強）	18	5	13	15	15	16	17
	イシカリ　（や強）	18	0	1	6	6	10	11
	ゆうなみ　（中）	18	1	3	9	12	12	12
1987	農林20号（や弱）	14	2	2	3	3	3	6
	早生錦　（極弱）	18	0	0	1	1	2	4

NII-Electronic Library Service

る北海道の新旧27品種（第5表）について出穂直後に止葉節および止葉をつけたまま穂を抜きとり，止葉を剪葉した後，水道水を入れた褐色びん（25°Cの恒温水槽中）にさして，発根速度（穂を抜きとってから発根するまでの日数）を調べた．1988年には北海道の73の品種・系統について同様に発根速度を検定した．ただし，品種・系統数が多いため，出穂日が近い品種群ごとに褐色びんを温室において検定した．

さらに，農林20号（無芒・ふ先赤色，耐冷性やや弱）/はやゆき（有芒・ふ先黄白色，耐冷性極強）の交雑由来のF_2において発根速度を検定した．その結果に基づいて，F_2穂上に稔実した種子に由来するF_3系統を，第6表のように7系統に分類して25°Cの恒温水槽中で発根速度を検定した．

はやゆき/農林20号の交雑由来のF_4系統も同様に発根程度を検定した（25°Cの恒温水槽中）．同時にこれらのF_4系統ならびにF_2およびF_3世代について長期冷水掛け流し水田において耐冷性の検定を行った．なお，材料はいずれも標肥条件（6 KgN/10 a）で栽培した．

結　果

1. 発根速度に影響を及ぼす諸条件の検討

第1表には止葉を剪葉した場合と止葉を残した場合の発根数を示した．止葉の有無によって発根数にそれほど差はないものと判断した．また耐冷性の強い品種ほど発根が早い傾向にあった．そこで以後は止葉を剪葉して発根速度を検定することとした．

第2表には15°Cおよび25°C（1985年）ならびに25°Cおよび30°C（1987年）の温度条件における発根速度の品種間差を示した．15°C区ではいずれの品種でも発根は認められなかった．30°C区では25°C区に比べて発根速度はかなり早くなったが，発根の難易の品種間差はあまり変わらず，耐冷性の強い品種ほど発根速度が早かった．そこで以後はすべて水温25°Cで発根速度を検定することとした．

第3表には穂を抜きとる前に稲体に冷水掛け流し処理した場合の発根速度の品種間差を示した．冷水処理によりいずれの品種でも発根速度はおそくなり，しかも発根しない穂が多くなった．発根の難易の品種間差は無処理の場合とあまり変わらず，耐冷性の強い品種ほど発根速度が早い傾向にあった．

第4表には出穂前（葉耳間長5～10 cm），出穂直後および穂首完全抽出後の3生育時期における発根速度の品種間差を示した．出穂前に穂を抜きとる場合，出穂直後の場合に比べて発根が早い傾向にあった．しかし，耐冷性の強い品種ほど発根速度が早い傾向があることには変わりがなかった．穂首完全抽出後処理ではいずれの品種でもほとんど発根が認められなかった．

2. 発根速度の品種間差および遺伝

第5表には発根速度の品種間差を示した．前節のように耐冷性の強い品種ほど発根速度が早い傾向にあったが，この関係とは異なる傾向にある品種も認められた．耐冷性は中ないしやや強であるのに発根速度の早い品種はともゆたか，イシカリ，ゆうなみ，マツマエ，ユーカラ，栄光であり，これらは第1図に示すようにいずれも類縁関係にある品種群である．一方，耐冷性は強いが発根速度のおそい品種はみちこがねであった．以上のことについて北海道の主要な73品種・系統を用いて温室において追試した

第3表　穂を抜きとる前の稲体への冷水掛け流し処理が発根速度に及ぼす影響（25°C）．

前処理	品種名	（耐冷性）	処理穂数	発根の認められた穂数					
				処理後3日	4日	5日	6日	7日	8日
冷水掛け流し	はやゆき	（極強）	10	1	4	4	4	5	7
	はやこがね	（強）	10	0	0	1	2	2	5
	イシカリ	（や強）	10	0	0	0	1	2	2
	農林20号	（や弱）	10	0	0	0	0	0	0
	早生錦	（極弱）	10	0	1	1	1	1	1
無処理	はやゆき	（極強）	10	9	9	10	10	10	10
	はやこがね	（強）	10	8	9	9	9	9	9
	イシカリ	（や強）	10	0	0	2	3	3	3
	農林20号	（や弱）	10	2	2	3	4	4	4
	早生錦	（極弱）	10	0	0	3	4	4	4

NII-Electronic Library Service

ところ，ほぼ同様な結果が得られ，発根速度の早い品種として新たに農林19号，上育393号，きよかぜおよびうりゅうがあげられ，処理3日後の発根穂数/処理穂数の値はそれぞれ6/10，10/10，10/10，10/10であった．このときのはやゆきおよびはやこがねの同値はそれぞれ9/10および8/10であった．なお，これら4品種の耐冷性はやや強ないし強である．

F_2世代で穂を抜きとり，水中で培養して発根速度を検定した穂上の稔実種子に由来するF_3系統の発根速度を調べたところ，F_2とF_3との世代間相関は明瞭でなかった（第6表）．

第7表にははやゆき/農林20号のF_4系統の発根速度を示した．F_2，F_3およびF_4世代における稔実指数から窺えるようにF_4系統では耐冷性について固定が十分ではないが，長期冷水掛け流し法による耐冷性程度と発根速度との間には明瞭な関係は認められなかった．

考　察

止葉剪葉の有無が発根速度に及ぼす影響はいずれの品種においてもないものとみなされた．培養温度が15°Cではほとんど発根せず，25°Cより30°Cにおいて発根が早い傾向にあったが，発根速度の品種間差は両温度条件でほぼ同じ傾向にあり，いずれの品種においても低温下では発根速度は低下するものと考えられた．

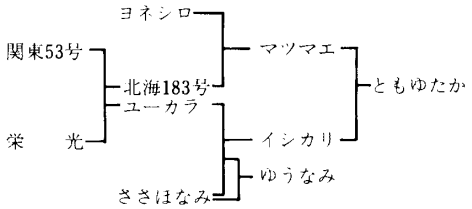
穂を抜きとる前に稲体に冷水掛け流し処理，すなわち耐冷性検定処理を行った場合，低温ストレスによって発根速度は低下したが，発根速度の品種間差は無処理の場合と同じ傾向にあった．すなわち，耐冷性の弱い品種ほど発根速度がおそい傾向にあった．これは低温ストレスによる不稔発生と発根の形質発現の経路に何らかの共通した系の存在を示唆するものと考えられるが，詳細は今後の生理学的研究が必要である．

穂を抜きとる前に低温ストレスを与えない場合，耐冷性の弱い品種でもある程度は発根が認められるが，穂を抜きとる前に低温ストレスを与えると耐冷性の弱い品種ではほとんど発根しないことから，抜穂前に低温ストレスを与えることによって検定誤差は小さくなり，より確実に耐冷性の強い遺伝子型を選抜できるものと考えられる．

穂を抜きとる生育時期による発根速度の品種間差は，出穂前あるいは出穂直後いずれでも同じ傾向であったが，生育時期の揃えやすさから出穂直後の方が出穂前より検定には簡便であろう．

以上のように，耐冷性の異なる数10品種を比較すると耐冷性が強い品種ほど出穂直後および出穂前において止葉節からの発根速度は早い傾向にあり，止葉節からの発根速度が耐冷性の簡易選抜法の開発，あるいは耐冷性の生理的研究を行うために有用であることが示唆された．

北海道の多数の品種・系統を供試して発根速度を検定したところ，耐冷性の強い品種ほど発根速度が早い傾向にあった．しかし，中にはこの傾向からはずれる品種もあり，それらは品種栄光を共通の祖先



第1図　耐冷性が中ないしやや強で発根速度が比較的早い品種群の類縁関係．

第4表　稲体の生育時期別の発根速度（25°C）．

穂を抜きとる時期	品種名	（耐冷性）	処理穂数	発根の認められた穂数 処理後3日	4日	5日	6日	7日
出穂前	はやゆき	（極強）	8	2	5	5	6	6
	イシカリ	（や強）	12	0	5	8	12	12
	農林20号	（や弱）	11	0	0	0	0	1
出穂直後	はやゆき	（極強）	10	0	2	4	4	4
	イシカリ	（や強）	10	0	2	4	5	6
	農林20号	（や弱）	11	0	1	1	1	1
穂首完全抽出後	はやゆき	（極強）	11	0	0	0	0	0
	イシカリ	（や強）	11	0	1	1	1	1
	農林20号	（や弱）	10	0	0	0	0	0

NII-Electronic Library Service

にもつ品種群であったことから，発根速度を支配する遺伝子と耐冷性遺伝子が密接に連鎖している可能性が考えられる．あるいは，耐冷性遺伝子群の中のいずれかが発根速度そのものを支配している可能性も否定できないものと考えられ，今後の遺伝子分析実験が必要である．

農林20号とはやゆきとの交雑後代を利用した検定では，F_2，F_3 および F_4 における発根速度と耐冷性との関係はあまり明瞭ではなかった．芒性およびふ先色と発根速度との関係（第6表）ではやゆき型（有芒・ふ先色黄白）が発根が早いという傾向は認められず，むしろ，農林20号型（無芒・ふ先色赤）

第5表 発根速度の品種間差（25°C）．

品種名	(耐冷性)	発根の認められた穂数（分母は処理穂数） 1985 処理後3日	1985 6日	1986 3日	1986 6日	1987 3日	1987 6日
はやゆき	(極強)	10/12	11/12	13/15	15/15	5/17	11/17
そらち	(強)	10/11	11/11	6/15	7/15	8/16	10/16
南栄	(強)	5/11	6/11	—	—	—	—
はやこがね	(強)	6/13	12/13	8/15	11/15	7/17	16/17
キタアケ	(強)	7/11	11/11	8/15	14/15	—	—
ゆきひかり	(強)	4/12	10/12	2/15	3/15	7/15	8/15
かちほなみ	(強)	—	—	8/15	15/15	—	—
みちこがね	(強)	—	—	0/15	1/15	0/15	2/15
イシカリ	(や強)	11/13	13/13	4/15	15/15	0/16	12/16
ともゆたか	(や強)	9/12	12/12	11/15	15/15	—	—
ともひかり	(や強)	8/12	11/12	2/15	14/15	—	—
マツマエ	(や強)	—	—	3/15	12/15	15/15	15/15
キタヒカリ	(や強)	—	—	2/15	3/15	6/15	10/15
ほくと	(や強)	3/10	3/10	—	—	—	—
栄光	(や強)	6/12	7/12	5/15	10/15	15/15	15/15
新栄	(や強)	—	—	0/15	0/15	—	—
ほうりゅう	(中)	0/12	0/12	0/15	0/15	0/15	1/15
走坊主	(中)	6/12	10/12	2/15	2/15	—	—
ゆうなみ	(中)	—	—	7/15	15/15	0/17	15/17
ユーカラ	(中)	—	—	3/15	8/15	11/15	14/15
共和	(中)	—	—	1/15	1/15	—	—
坊主	(中)	—	—	1/15	2/15	—	—
赤毛	(中)	—	—	1/15	2/15	—	—
豊光	(弱)	0/12	0/12	0/15	0/15	0/15	0/15
しまひかり	(や弱)	—	—	1/15	4/15	0/15	6/15
農林20号	(や弱)	6/12	7/12	0/15	1/15	0/16	1/16
早生錦	(極弱)	0/12	1/12	0/15	0/15	0/17	2/17

第6表 農林20号（無芒・ふ先色赤，耐冷性や弱）／はやゆき（有芒・ふ先色黄白，耐冷性極強）の交配に由来する F_2 個体と F_3 系統との発根速度の対応（25 C）．

F_3 系統 No.	F_2 世代における 発根の有無	芒性	ふ先色	処理穂数	発根の認められた穂数 処理後3日	4日	5日	6日
1	有	有芒	赤	5	0	0	0	0
2	無	有芒	赤	10	0	0	0	0
3	無	有芒	黄白	9	0	0	0	1
4	有	無芒	赤	7	0	1	3	3
5	無	無芒	赤	5	1	2	4	5
6	有	無芒	黄白	5	0	1	3	3
7	無	無芒	黄白	8	2	2	2	2

NII-Electronic Library Service

第7表　はやゆき(耐冷性極強)／農林20号(やや弱)に由来するF_4系統の発根速度と耐冷性との関係(25℃).

F_4系統 No.	処理穂数	発根の認められた穂数				稔実指数*		
		処理後3日	4日	5日	6日	F_2	F_3	F_4
1	10	0	0	0	0	64.1	23.9	57.5
2	10	0	0	0	0	58.3	30.9	51.4
3	10	0	0	0	0	68.8	32.8	55.1
4	5	0	0	0	0	31.0	8.7	56.5
5	10	4	4	8	8	37.2	31.4	57.5
6	10	0	0	0	0	60.3	33.1	54.3
7	9	6	8	8	9	70.1	19.2	40.2
8	10	1	2	6	6	68.8	26.5	60.1
9	10	0	0	0	0	63.6	28.5	59.4
10	10	0	0	0	0	72.0	28.9	65.9
11	10	2	2	5	5	30.8	22.9	28.9
12	10	0	0	0	0	63.9	35.5	62.4
13	10	0	0	0	0	67.1	31.4	63.6
14	10	1	3	4	4	54.0	32.2	54.2
15	10	0	0	0	0	71.9	43.3	66.5
16	6	3	4	4	4	40.8	20.8	47.4
17	6	0	0	3	3	69.6	29.0	55.2
18	10	0	1	1	1	62.9	18.8	53.7
19	10	0	0	1	1	37.0	24.2	45.8
20	10	0	1	3	5	68.5	34.4	53.3
はやゆき	10	9	9	10	10	66.6	36.7	63.9
農林20号	10	2	2	3	4	39.3	4.6	47.1

*：長期冷水掛け流し法による耐冷性検定結果.

で発根速度がわずかに早い傾向にあったが，明瞭な関係ではなかった．したがって，発根速度による耐冷性の選抜は初期世代では誤差が大きいものと考えられ，今後固定の進んだ世代において検討が必要である．

引用文献

1. 安部信行・小高真一・鳥山國士・小林正雄 1989. 高度障害型耐冷性「水稲中間母本農8号」の育成とその特性. 北海道農業試験場研究報告第152号：9—17.
2. Satake, T. and K. Toriyama 1979. Two extremely cool-tolerant varieties. Int. Rice Res. Newsl. 4 (2) ; 9.
3. Yamamoto, T. and M. Nishimura 1986. Relation between the tolerance to the sterility type of cool injury and the amount of bleeding water in rice plants. Jpn. J. Breed. 36 : 147—154.

NII-Electronic Library Service