

作物生理・細胞工学

イネ穎花の穂上位置の違いと冷水温感受性

寺井謙次^{*,1)}・眞崎聡²⁾・川本朋彦²⁾・松本眞一²⁾・小玉郁子²⁾・杉浦正典¹⁾

(¹⁾ 秋田大学・²⁾ 秋田県農業試験場)

要旨：耐冷性の異なる 12 品種を用いて、1 穂内穂軸節位別の稔・不稔糊の着粒状況、粒重、さらに穂型に対する冷水温環境（昼夜連続 19℃）の影響を調査した。各品種とも、穂軸節位別の不稔糊を含む着生糊は、1 次枝梗において節位間変異は小さいが、2 次枝梗では穂の中位に最大値をもつことにより、穂型は中位優勢型を示した。しかし稔実糊の穂型は、耐冷性の強い品種群ほど中位優勢型を維持し、各穂軸節位の稔実糊数も耐冷性の小さい品種群より高い値を示した。玄米 1 粒重の穂軸節位間変異は、各品種とも 1 次枝梗より 2 次枝梗で大きかった。また、耐冷性の強い品種群の 2 次枝梗では、下位の節位ほど稔実歩合が高くなるが、粒重が小さくなることによって、節位別の稔実歩合と玄米 1 粒重との間では負の相関関係が示された。耐冷性の強い品種群において、1 穂内の稔実歩合は、下位、中位、上位の順で高く、また分枝の次元に着目した穂の分枝構造上では、3 次分枝糊、2 次分枝糊、1 次分枝糊の順で高くなった。しかし、耐冷性の弱い品種群ではこの傾向が不明瞭であった。2 次枝梗で強かった稔実歩合と粒重との間の負の相関関係において、茎葉からの輸送物質をめぐる穎果間の競合関係の関与の有無は、今後の課題として残された。

キーワード：イネ、耐冷性、着粒位置、2 次枝梗、稔実歩合、穂型、粒重。

イネ品種の穂型や穂の着粒配列構造は、基本的には、品種固有の遺伝的特性により規定されているが、1 穂穎花数を決定する 1・2 次枝梗数やそれぞれの枝梗の穎花数は、生育期間中の環境、とりわけ高温・低温条件によっても品種間で大きく変動することが古くから知られている（木戸 1941, 松島 1957）。

これに関して松葉（1991）は、着粒構造の形成機構の解析を通して、幼穂の生理的齢や幼穂の頂端分裂組織生長の停止、さらに穂内分枝原基の頂芽優性的な生長などは、主に温度や施肥等の生育環境条件により制御されていることを、機能的、量的側面から示した。これまで、1 穂全体の穎花数や穎果の稔実過程に対する気温や水温の影響を検討した例はきわめて多いものの、立体的な穂上位置の違いによる穎花の温度感受性や登熟の様相を調べた例は少ない（Nishiyama 1982, 黒田ら 1991, 森田ら 2002）。

ところで、低温によるイネの登熟不良現象は、従来から一般に、耐冷性と耐冷水性が平行関係にあり、温度ストレスを受ける稲体の位置が同じであれば、冷気温と冷水温による不受精・不稔は同一性であると考えられている（近藤 1949, 島崎 1949）。厳密には、幼穂の発育期における幼穂の位置と水面との関係を通して、冷気温の影響と冷水温の影響とは区別して考えていくべきものであろうが、一般に冷気温処理の場合、出穂前 30～24 日頃までの幼穂形成期及び出穂前 14～10 日前後の減数分裂期での処理が穎花数を著しく減少させることは従来から知られており（寺尾ら 1940, 1942）、一方で冷水処理の場合も、出穂前 12 日頃の減数分裂期の処理において不受精歩合が相対的に高くなることなどが指摘されてきた（木戸 1941）。

本研究では、東北地方の寒冷地や山間高冷地で頻発する

冷水によるイネの生育障害発生を念頭におき、継続する冷水温処理のもとで、穂内の穎花数、着粒構造や穂型、さらには玄米の良質粒歩合が、品種間の耐冷性の強弱によってどのように異なるのかを把握するために、東北地方の新旧 12 品種による耐冷性と早晩性の組合せのなかで比較検討を行った。なお、本研究では、この組合せのなかに、冷水温処理をしない対照区が含まれていないことから、考察のなかでは、気象条件が平年的に推移した 2000 年に通常の圃場で実施した秋田県の新旧奨励 10 品種の穂型に関する解析結果（寺井ら 2001）を、比較のため参考とした。

材料と方法

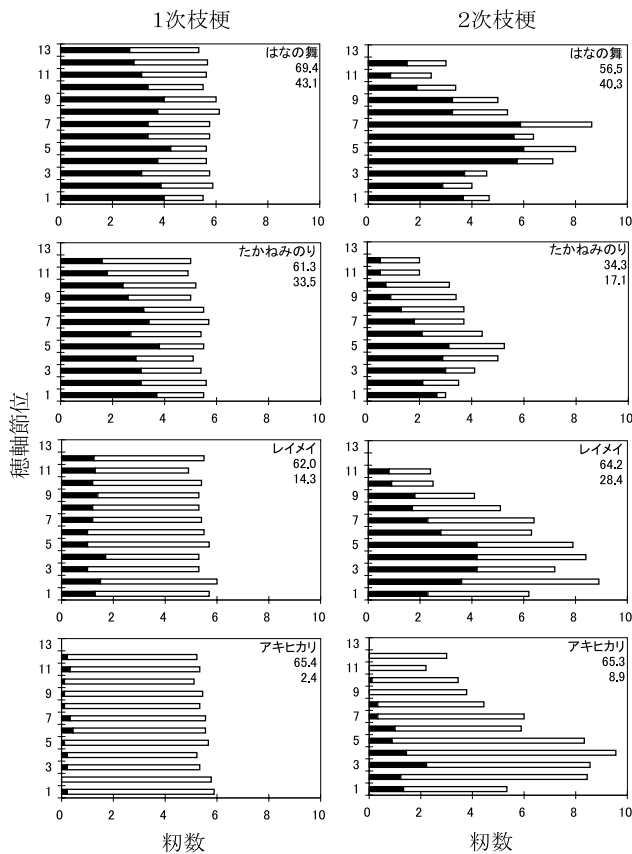
試験は、2002 年に、秋田県農業試験場（秋田県雄和町）内に設けられている空冷チラーによって水温を制御する恒温深水循環圃場施設で実施した。この施設では、水口側と水尻側の水温差を 1℃以内に保つために（通常の水温測定では設定温度±0.1℃以内が保たれている）、電動バルブの自動開閉により貯水槽を経て水を強制循環させている。施設の圃場総面積は 552 m² で 8 区画からなり、各区画はコンクリート畦畔で区切られ、1 区画の面積は 69 m²（横 4.6 m, 縦 15.0 m）である。試験はこのうちの 1 区画で実施した。

供試品種は第 1 表の通りである。これらの 12 品種は、秋田県農業試験場に保存されている東北地方における新旧品種のうちから、生態型（早・中・晩）と耐冷性（極強～極弱）の評価分類（佐々木 1995）に基づき、過去の普及実績も考慮して選ばれた品種である。

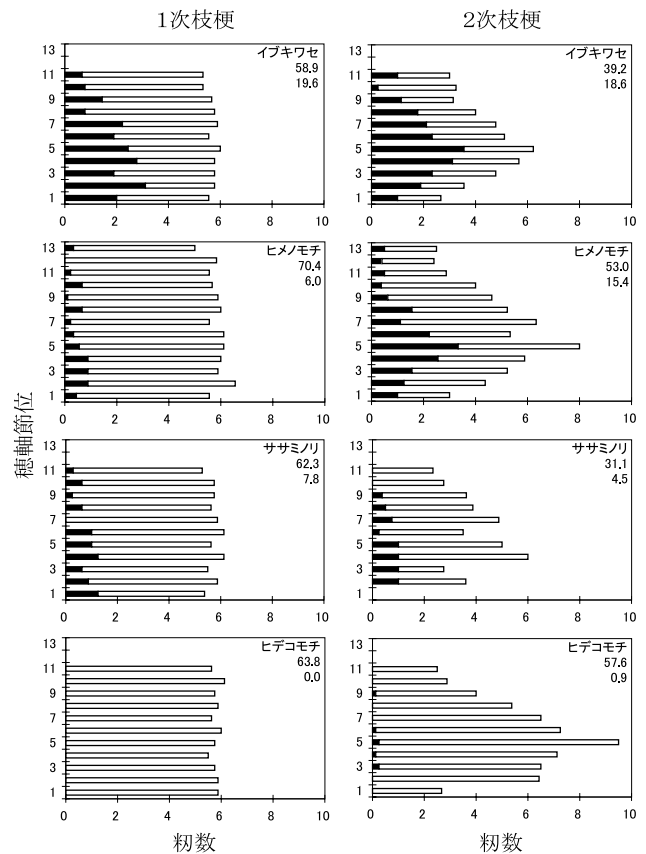
各品種の催芽種子を 4 月 16 日に育苗箱に散播し、31 日間育苗した苗を 5 月 17 日に移植した。移植の方法は、各

第1表 供試品種の早晩性と耐冷性.

	早 晩 性		
	早 生	中 生	晩 生
耐冷性	極 強	はなの舞	ひとめぼれ
	強	たかねみのり	オオトリ
	中	レイメイ	アキホマレ
	弱	アキヒカリ	トヨニシキ
	極 弱		ヒデコモチ



第1図 早生品種における穂軸節位別の稔実粗数と不稔粗数.
 ■: 稔実粗数, □: 不稔粗数. 図中の数値は, 1次・2次枝梗とも上段が平均総粗数, 下段が平均稔実粗数を示す.



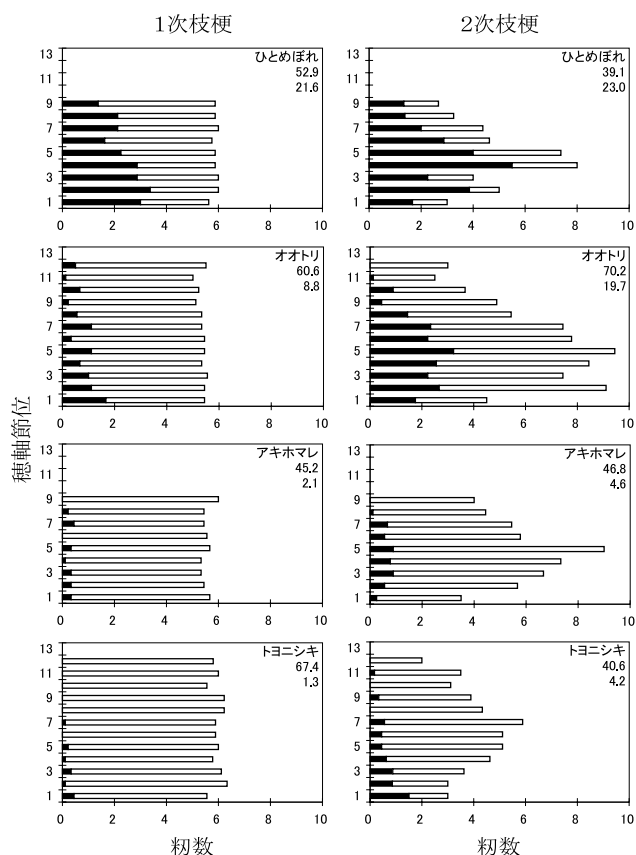
第2図 中生品種における穂軸節位別の稔実粗数と不稔粗数.
 図中のシンボルと数値は第1図と同じ.

品種とも1株2本植, 条間30 cm, 株間15 cmで1列7株植の3列植(栽植密度22.2株/m²)とした. これら12品種の試験区を2反復で配置した. 水温を19.0℃に, 水深を28 cmに設定し, 冷水循環期間は7月9日~9月5日までの56日間で昼夜連続処理にした. なお, 水温の設定は, 上記の耐冷性「評価分類」が検討された際に用いられた温度設定に基づいている. 施肥は要素量としてN, P₂O₅, K₂Oをそれぞれ4 g, 4 g, 4 g/m²を基肥として施与した.

供試した12品種の出穂期は, はなの舞8月10日, たかねみのり8月8日, レイメイ8月10日, アキヒカリ8月

12日, イブキワセ8月18日, ヒメノモチ8月16日, ササミノリ8月17日, ヒデコモチ8月18日, ひとめぼれ8月20日, オオトリ8月18日, アキホマレ8月18日, そしてトヨニシキが8月21日であった.

10月11日に収穫し, 3週間の室内乾燥の後, 各試験区中央列の株から中庸な株3株を選んだ(列の両端株は除外). そして, 株ごとに穂軸節位数の多い上位2穂を採取し(2穂×3株×2反復), 合計12穂/品種を調査の対象とした後, それぞれの品種固有の性質をより正確に比較できるように, 品種ごとに12穂の平均穂軸節位数±1SEの範囲



第3図 晩生品種における穂軸節位別の稈実粒数と不稈数。

図中のシンボルと数値は第1図と同じ。

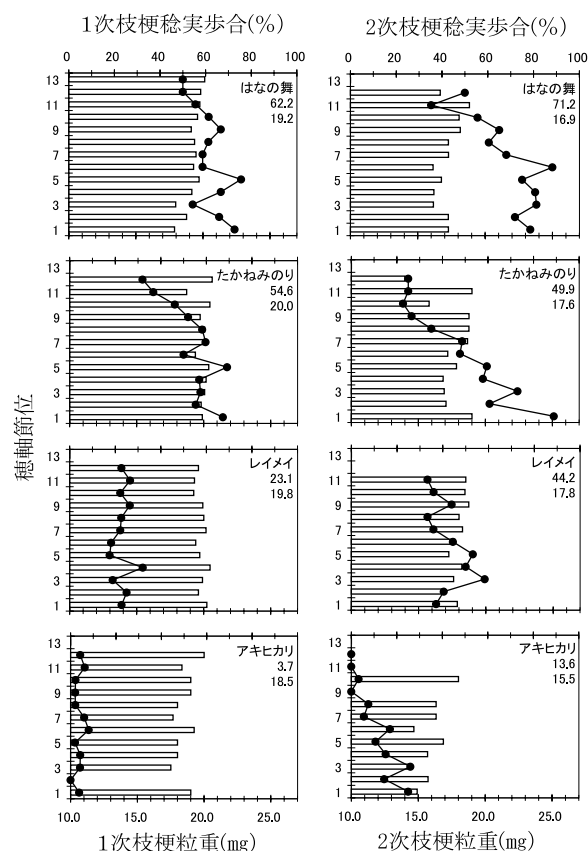
内にある穂のみを実際の測定に供した。その結果、測定された穂は、品種間で最大10～最小8穂であった。調査では、1次・2次枝梗数、稈実粒数、不稈数、稈実粒及び不稈粒については枝梗上での着生位置も調べ、さらに松葉(1991)の小穂の分類方法を参考にして、各1次枝梗ごとの1次粒、2次粒、そして3次粒の玄米千粒重についても測定した。なお、穂首から穂先に向かって各節部の1次枝梗に番号を付け、穂首節部から順に穂軸節位1～nとした。

結 果

1. 穂軸節位別の稈実粒数と不稈数

第1～3図に、生態型早晩性により分類された各4品種の穂軸節位別、及び1次・2次枝梗別の稈実粒数と不稈粒数を示した。図中の品種は、早・中・晩生品種それぞれに、上から耐冷性の強い順となっている。

穂軸節位別の着生粒数は、各品種とも1次枝梗では穂軸節位間差が小さく、1穂当たりの値も早生はなの舞、中生ヒメノモチ、晩生アキホマレを除きほぼ50～65の範囲にあった。しかし、2次枝梗では明らかに穂の中～下位の穂軸節部に最大値があり、着生粒数も品種間で70.4～31.1と大きく変動した。一方、稈実粒数は早晩別の各品種を通して、1次・2次枝梗とも耐冷性の強弱を強く反映した結



第4図 早生品種における穂軸節位別の稈実歩合と平均1粒重。

□：平均1粒重，—●—：稈実歩合。

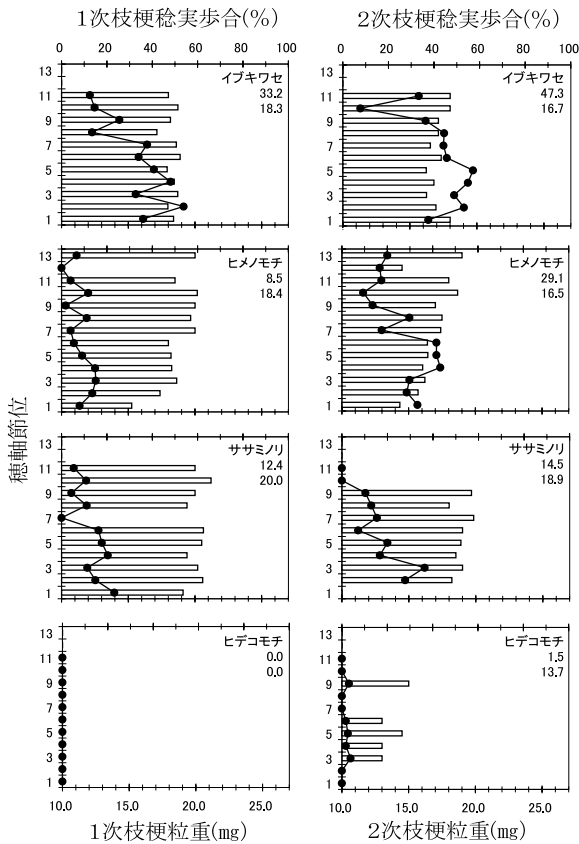
図中の数値は、1次・2次枝梗とも上段が平均稈実歩合、下段が平均1粒重を示す。

果となり、耐冷性の高い品種ほど各穂軸節位で高い稈実粒数を示した。また、穂軸節位間の比較では、1次・2次枝梗とも相対的に中・下位の節位で稈実粒数をより多く確保していた。品種別では、早生品種の耐冷性極強はなの舞、強のたかねみのり、中生品種の耐冷性強イブキワセ、そして晩生品種の極強ひとめぼれが1次・2次枝梗とも稈実粒数が顕著に高かった。一方、アキヒカリ、ヒデコモチ、トニシキ等の弱・極弱品種では、稈実粒数が1次枝梗より2次枝梗で若干高いものの、1穂全体が圧倒的に不稈粒によって占められる結果となり、特に上位の節位でその傾向が強かった。

2. 穂軸節位別の稈実歩合と玄米1粒重

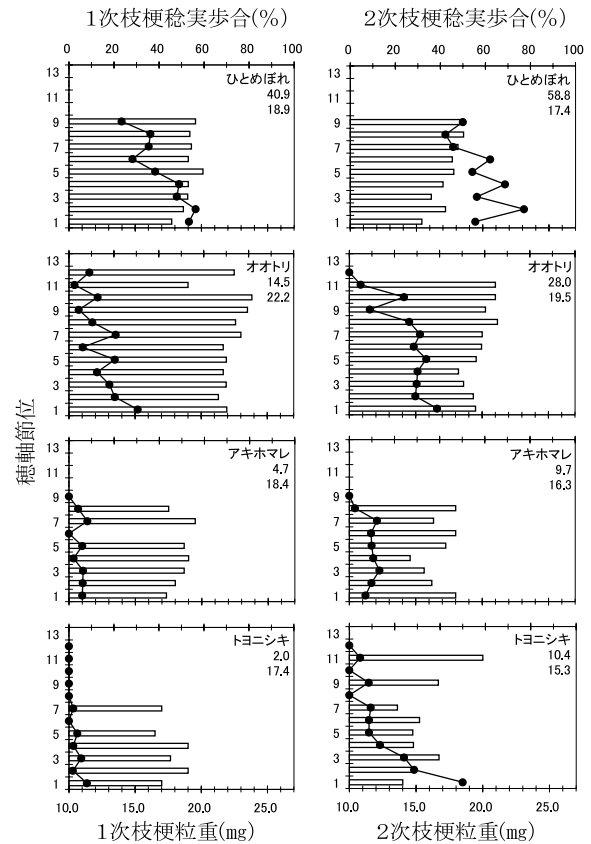
各品種の穂軸節位ごとの1次枝梗と2次枝梗それぞれの稈実歩合と玄米1粒重との関係を第4～6図に示した。

玄米1粒重は、早晩性の異なる各品種を通し、各穂軸節位で明らかに1次枝梗着生玄米が2次枝梗着生玄米より大きかった。また、穂軸節位間の変化も1次枝梗より2次枝梗で大きく、2次枝梗では相対的に上位の穂軸節位ほど玄米1粒重が大きくなる傾向が見られた。1次枝梗では、は



第5図 中生品種における穂軸節位別の稔実歩合と平均1粒重。

図中のシンボルと数値は第4図と同じ。



第6図 晩生品種における穂軸節位別の稔実歩合と平均1粒重。

図中のシンボルと数値は第4図と同じ。

なの舞, ヒメノモチ, ひとめぼれ, そしてオオトリが下位の穂軸節位で粒重が小さくなる変化を示したが, 全般的に1次枝梗の節位間粒重変異の規模は小さかった。しかし, 2次枝梗におけるこの傾向は, 耐冷性の強弱や早晩性の異なる各品種を通じてみられた。

稔実歩合の穂軸節位間変異には一定の方向性が見られ, 1次・2次枝梗とも概して下位の穂軸節位ほど稔実歩合が高くなった。稔実歩合が高い下位の節位では玄米1粒重も小さく, この傾向は1次枝梗よりも2次枝梗においてより明瞭であった。これに関わり第2表に, 各品種における全穂軸節位の1次・2次枝梗別玄米1粒重と稔実歩合との相関関係を示した。1次枝梗では有意な相関関係は認められなかったが, 2次枝梗では6品種で有意な負の相関関係が認められた。

3. 穂内着粒位置の違いと稔実歩合

第7～9図に, 穂軸からの枝分かれ回数を次数(松葉1991)として, それぞれの次数に対応した籾の稔実歩合を穂軸節位間の変化で示した。1次籾は1次枝梗の先端に, 2次籾は2次枝梗の先端と1次枝梗に, さらに3次籾は(3次枝梗の先端と)2次枝梗にそれぞれ着生する籾であることから, 次数に基づく見方によって, 1次・2次枝梗内と

枝梗間の状況を, より詳細に解析できるものと考えた。また, 測定する穂の1次枝梗数(穂軸節位数に対応)の穂間バラツキを小さくするために, 稔実歩合は各品種とも12穂の平均穂軸節位数 $\pm 1SE$ の範囲内にある穂により求めた。

第7～9図から, 耐冷性が極強と強の品種は他の品種に比べ, 1次～3次籾, さらに各穂軸節位とも相対的に高い稔実歩合を示し, 一方で弱と極弱の品種では, 稔実歩合の節位間変化が極めて低い水準にとどまっていた。1次～3次籾間の比較では, 概ね稔実歩合は3次籾>2次籾>1次籾となり, また節位間では, レイメイ, ヒデコモチ, オオトリを除き, 他の品種では下位の節位ほど高くなる傾向があり, 特に3次籾でその傾向が強かった。

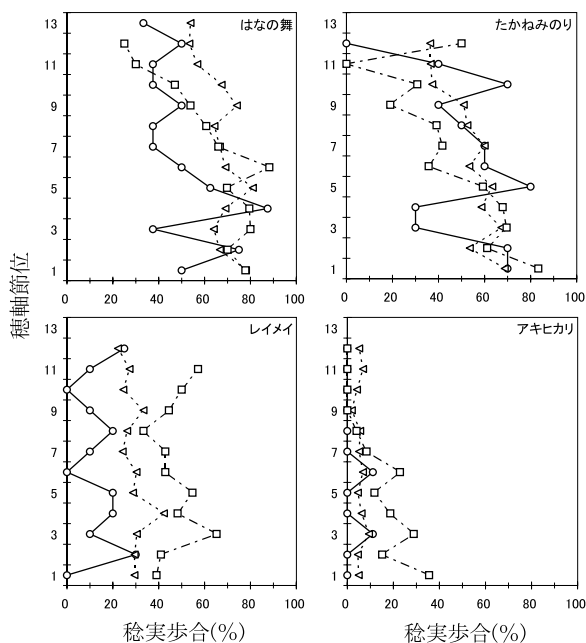
考 察

穂型に注目した従来の多くの研究例では, 穂型のそれぞれの特徴は主として, 2次枝梗や2次枝梗穎花など, 高次分枝の分化・発育様相の比較によってほぼ説明が可能であるとの見解で一致している(笹原ら1982, 松葉1991, 小林ら1997, 福富1999)。日本型とインド型を問わず, 2次枝梗数や2次枝梗穎花・籾数は遺伝的な変異が大きいいうえに, 栽培環境や栽培条件によっても大きな影響を受けるの

第2表 1穂内の1・2次枝梗別の籾稈歩合と玄米の平均1粒重との間の相関係数.

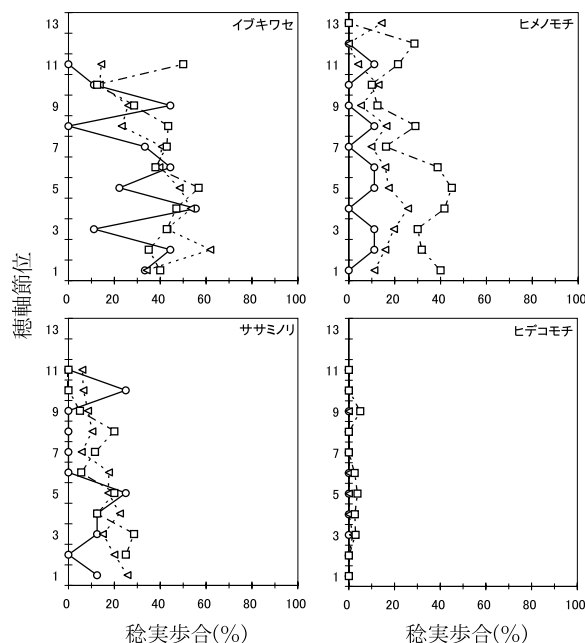
早晩性		耐 冷 性				
		極強	強	中	弱	極弱
早生	1次枝梗	-0.34	0.24	0.39	0.07	
	2次枝梗	-0.76**	-0.66*	-0.43	-0.89***	
中生	1次枝梗		0.24	-0.20	-0.29	—
	2次枝梗		-0.78**	-0.44	-0.30	0.24
晩生	1次枝梗	-0.59	-0.42	0.20	-0.44	
	2次枝梗	-0.67*	-0.53	-0.69*	-0.43	

品種名は省略しているが、それぞれの早晩性と耐冷性に対応する品種は第1表の通りである。
 .***, **, *はそれぞれ0.1, 1, 5%水準での有意性を示す。また,—は各穂軸節位で稈歩合が0%であり相関係数が得られなかったことを示す。



第7図 早生品種群における穂軸節位別の1次, 2次, 3次籾の平均稈歩合.

○: 1次籾, △: 2次籾, □: 3次籾.



第8図 中生品種における穂軸節位別の1次, 2次, 3次籾の平均稈歩合.

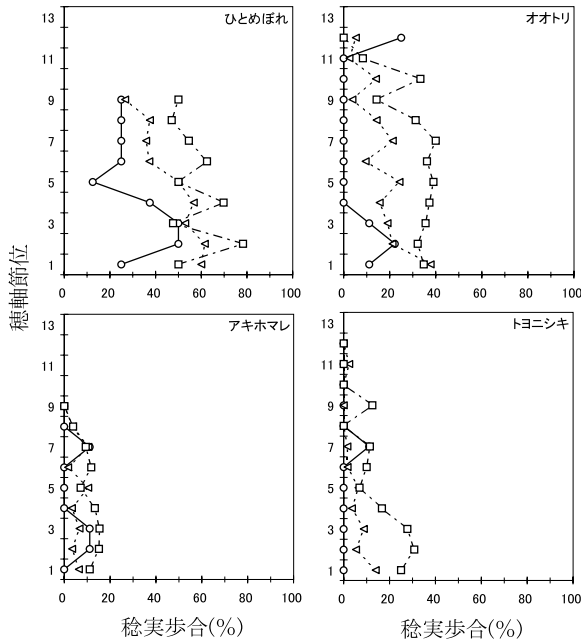
図中のシンボルは第7図と同じ.

に対して, 1次枝梗に着生する穎花・籾数は, 本試験の結果でもそうであったように, 穂軸節位による変化をほとんど見せないからである. そのために, 多収を目指して穂重増加速度を高め, 着粒能力や着粒構造を改善していくうえで, 2次枝梗数や2次枝梗着生籾数への注目が, 古くから不可欠の視点となってきたのである(真中ら 1971). しかし, こうした穂の分枝構造や籾の着粒構造が, 低温などの異常生育環境に遭遇した際に, 不稈籾の発生機構との絡みで, どのような構造変化を見せるのかということについて調査された例は少ない(Nishiyama 1982, 黒田ら 1991, 森

田ら 2002).

本試験では, 分化穎花の追跡や退化穎花の確認は行っていない. しかし, 継続する 19℃という冷水温環境のもとで, 受精不能が原因と考えられる不稈籾数をも加算した節位間の現存籾数の変化では, レイメイとアキヒカリがやや下位優勢型に近かったが, 他の品種ではほぼ中位優勢型となり(第1~3図), 耐冷性の強弱による穂型の品種間変異も見られなかった.

しかし, 実際に米粒をもった稈歩合の穂型では, 耐冷性極弱のヒデコモチを除き, 耐冷性の小さい品種ほど分布



第9図 晩生品種における穂軸節位別の1次、2次、3次穂の平均稔実歩合。

図中のシンボルは第7図と同じ。

の扁平化やレンジの縮小が顕著に認められた(第1～3図)。したがって穂型への冷水温の直接の影響を、本試験で設定した温度に限定して考えた場合、出穂前24日前後からの内・外穎発達期に奇形穂の発生や穎花の分化発育停止があった可能性は否定できないものの、不稔穂を含めた場合の穂型自体への冷水温の影響はむしろ小さく、問題はその後減数分裂期前後からの不稔穂発生による着粒構造への影響であろう。そのため次に、穂の部位の違いによる稔実歩合の変化について考察していく。

減数分裂期から穂ばらみ期の冷温による不受精の発生は古くから知られていたが、Nishiyama (1982) は冷温を人工気象条件下で再現し、穎花の受精率は1次枝梗よりも2次枝梗で、そしてその場合も上位よりは下位の枝梗で高いこと、また個々の1次枝梗上でも下位の穎花ほど同様に受精率が高いことなどを明らかにし、その理由として穎花の穂上位置の違いによる花粉数の差異をあげている。本試験の結果でも、穂軸節位ごとの稔実歩合は、上位の節位で低く、下位に向かうほど高くなるという傾向が各品種の1次・2次枝梗を通して認められた(第4～6図)。また、稔実歩合の1次枝梗と2次枝梗との比較においても、1次枝梗より2次枝梗で高くなる傾向は、品種の耐冷性の強弱と関わりなく存在し、その傾向は下位の節位に向かうほど顕著に現れていた。

さらに、穂の形成過程の視点から、穂の着粒位置による1次穂、2次穂、3次穂(松葉 1991, 森田ら 2002)に分けて検討した結果では、稔実歩合は概ね3次穂>2次穂>1次穂の傾向にあり、穂軸節位間の変化では1次穂、2次穂、3次穂とも下位>中位>上位となり、下位節位に向かい緩

やかな稔実歩合の上昇が見られた(第7～9図)。3次穂>2次穂>1次穂の傾向が強かった品種は、レイメイ、アキヒカリ、ヒメノモチ、ひとめぼれ、オオトリ、アキホマレ、トヨニシキなどであったことから、高次の穂における稔実歩合の相対的な高さは、概ね耐冷性の弱い品種において、より顕著に見られる結果となった。一方で、稔実歩合が、穂軸節位の下位に向かうほど高くなる傾向は、耐冷性の強弱とは無関係な性質であると見なすことができよう(角田ら 1965)。

しかし黒田ら(1991)は、異常低温発生年における不稔穂の発生状況と穂の部位による稔実歩合の違いを調査し、品種によって稔実歩合が先端部から基部に向かい順に高くなる場合と、部位による連続変化が明瞭でない場合があることを報告している。ただしこの場合においても、最高感受性期(黒田ら 1991)に最も低温の影響を受けやすい穂の基部が、最終的には稔実歩合が他の部位に劣ることはなかったことから、低温感受性は穂の上部より下部の穎花で小さいことを認めている。したがって本試験では、これらの事例に共通した結果が得られたことに加えて、次数の異なる1次穂～3次穂での検討から、1次枝梗と2次枝梗のそれぞれの枝梗のなかでも、穂内の開花時期の違いに基づく着粒配列構造への影響があることを、さらに詳しく分析できたものと考えている。

ただ、黒田ら(1991)は、不稔の発生が従来の検討事例のように穎花の穂上位置や開花時期の違いだけでなく、幼穂が低温に遭遇した時期や幼穂の各部位に着生する穎花の発育段階によっても影響の受け方が異なり、不稔穂はこれらが複合的に関わって発生しているものとして、株を構成する茎によっても不稔穂発生の様相が異なってくる可能性をも指摘している。着粒配列構造が株内の分けつによっても微妙に変化している可能性を指摘するものであり、今後に残された課題であると言える。

最後に、こうした枝梗間や穂軸節位間の稔実歩合の違いと玄米1粒重との関係について考察する。本試験では、各品種を通して1粒重は2次枝梗より1次枝梗で大きかった。さらに1穂内の1次・2次枝梗ともに、稔実歩合の高い穂軸節位で玄米1粒重が低下する傾向があり(第4～6図)、この傾向が1次枝梗よりも2次枝梗で明瞭なことである(第2表)。2次枝梗でのこの傾向は、早生で耐冷性が極強のはなの舞($r = -0.76$, $p < 0.01$)、強のたかねみのり($r = -0.66$, $p < 0.05$)、弱のアキヒカリ($r = -0.89$, $p < 0.001$)、中生で強のイブキワセ($r = -0.78$, $p < 0.01$)、晩生で極強のひとめぼれ($r = -0.67$, $p < 0.05$)、中のアキホマレ($r = -0.69$, $p < 0.05$)で強く、これらに晩生で強のオオトリ($r = -0.53$)も加えて考えると、稔実歩合(高～低)と1粒重(小～大)との間の負の相関関係は、耐冷性が相対的に強い品種でより顕著であったと言える。これまでにも筆者らは、平年的な気象条件下で、大正年代以降の秋田県の新旧奨励10品種(亀の尾、

陸羽132号, 農林17号, 藤坂5号, 農林41号, ミヨシ, ヨネシロ, レイメイ, キヨニシキ, あきたこまち)を用い, 穂内の着粒位置と粒数・粒重関係を調べてきた。その結果, 2次枝梗では, 各穂軸節位の稔実歩合とは無関係に(各品種の平均稔実歩合は1次枝梗95.9%, 2次枝梗94.6%), 穂型が上位優勢であるほど上位の穂軸節位で粒重が相対的に大きくなり(寺井ら2001), さらにこの2次枝梗では, 穂軸節位値と各穂軸節位粒重との間の相関関係において, 1品種を除く9品種で高い正の相関係数($r=0.455\sim0.930$)が得られた(未発表)。上位の節位の1次枝梗に着生する2次枝梗ほど粒重が大きくなるなどの現象は, 今回の冷水温環境下での結果と同様の現象である。したがって, 本試験における2次枝梗の粒重の節位間変異と稔実歩合とが, 直接に連動した関係にあるか否かはさらに詳細な検討が必要である。一方で, 1次枝梗粒ではこれとは逆に, 上位の穂軸節位の粒ほど僅かに小粒化する傾向がみられたことから, 1次枝梗と2次枝梗との間のこの違いについても今後の検討課題としたい。

従来からも, 通常の栽培条件下で, 穂上位と玄米千粒重との関係を調べた研究例は多い。しかしこれらの研究例でも, 穎花の穂上位置や開花の早晩によって粒重が異なるとする報告(長戸ら1975, 中元ら1988)と, 千粒重は栽培条件や気象条件によっても変化し, 必ずしも開花の早晩や穂上位置によって決定されるものではないとする報告(王ら1996)があるなど, 見解は必ずしも一致していない。王ら(1996)は, 日本型多収性水稻を用いて穂の部位別に精玄米千粒重を調べ, 千粒重の増加に伴う1次枝梗と2次枝梗の増加速度を比較したときに, 2次枝梗の増加速度が1次枝梗のそれよりも大きく, また, 1穂の平均千粒重が小さくなるほど, 1穂の平均千粒重低下に対する負の貢献度は, 1次枝梗粒よりは2次枝梗粒でより大きくなると報告している。つまり, 米粒の形成期に, 異常高温・低温などの不利な環境条件に遭遇し, 1穂の平均千粒重が低下する場合などにおいては, こうした環境条件が1次枝梗粒よりは2次枝梗粒に対して大きな影響を及ぼすことを示唆している。本試験における低温条件下での2次枝梗の粒重低下(第4~6図)はこの見解を再確認するものであり, さらには本試験におけるアキヒカリ, ヒデコモチ, アキホマレ, トヨニシキなどの耐冷性極弱~弱品種では, 2次枝梗における平均1粒重の際だった低下と粒重の節位間変異の拡大によって, 良質粒歩合が著しく低下することも明らかになった。

これまでに, 本試験のように, 一定の冷水温条件のもとで, 耐冷性・早晩性の異なる多数の品種を組み合わせ, それに基づき穂上位置別の玄米の粒重や粒大性, 稔実歩合の問題を比較検討した例はない。稔実歩合や着粒配列構造が耐冷性の異なる品種間では明瞭な連続変化を示すことを明らかにし, それによって冷水温環境下では, 穂内の開花の早晩や穂上位置の違いが, 粒の確保や良質粒歩合を決める

重要な要因になっていることを, あらためて裏付けることができた。

また, こうした現象が, 結局は, 主成分である炭水化物やタンパク質等の移行・蓄積過程における供給能力と穂の受け入れ機能・容量との相互関係により規定されていると考えるならば, 本試験で得られた各枝梗内(特に耐冷性極強~強品種の2次枝梗)での稔実歩合(高~低)と粒重(小~大)の間で見られた負の相関関係も, 基本的には, 上記の相互関係を通して, 枝梗間や穎果間に何らかの配分調節が働いた結果であると考えられる。しかし, 第2表でも示したように, 稔実歩合と粒重との間の高い相関関係をより正確に説明していくためには, 供給量をめぐる穎果間の競合(中元ら1988)についても, そこに関与がなかったか, その確認も必要となるだろう。

1次枝梗については, 1粒重の節位間変異が2次枝梗に比べて小さいこと(第2表と第4~6図)などは, 茎葉からの貯蔵デンプンの移行と開花時期の相対的な早さとの関係における1次枝梗着生粒の有利性が根底にあるものと推測される。こうした稔実歩合と1粒当たりの炭水化物供給量との間の同様の現象は, 高温による登熟障害の場合でも認められており(森田2000), 今後は, この競合関係の有無の確認に加えて, 1~n次粒に基づく着粒位置などとの関係のなかで, 粒数や粒大, 良質粒歩合などを決めている調節機能を, さらに統一的に説明できるよう検討していく必要がある。

引用文献

- 福嶋陽 1999. イネの1穂穎花数を規定する穂の分枝構造に関する発育形態学的解析. 日作紀 68: 71—76.
- 木戸三夫 1941. 水稻の幼穂発育並に節間伸長と冷水掛流しに依る稔実障害及び出穂遅延. 農と園 16: 1463—1466.
- 小林和広・今木正 1997. 1穂穎花数の異なる水稻品種における穂軸節位別にみた2次枝梗の穎花の分化および退化. 日作紀 66: 578—587.
- 近藤頼巳 1949. 水稻品種の冷害抵抗性及び其の検定方法に関する研究. IX 水稻品種の冷害抵抗性及び冷害抵抗性品種の育成に就いて. 日作紀 18: 165—168.
- 黒田栄喜・本庄一雄・平野貢 1991. 1988年にみられた低温による水稻の不稔発生の様相. 日作紀 60: 213—219.
- 真中多喜夫・松島省三 1971. 水稻収量成立原理とその応用に関する作物学的研究. 第100報 穂相による稲作診断(3) 1・2次枝梗上の分化穎花数, 穂長・実穂長および着粒密度. 日作紀 40: 101—108.
- 松葉捷也 1991. イネの着粒構造の分析およびその形成機構論. 中国農研報 9: 11—59.
- 松島省三 1957. 水稻収量の成立と予察に関する作物学的研究. XXXIX 水稻登熟機構の研究(5) 生育各期の気温の高低・日射の強弱並びにその複合条件が水稻の登熟に及ぼす影響. 日作紀 25: 203—206.
- 森田敏 2000. 高温が水稻の登熟に及ぼす影響—人工気象室における温度処理実験による解析—. 日作紀 69: 391—399.

- 森田敏・白土宏之・高梨純一・藤田耕之輔 2002. 高温が水稻の登熟に及ぼす影響—高夜温と高昼温の影響の違いと解析—. 日作紀 71:102—109.
- 長戸一雄・鈴木清太・佐渡敏弘 1975. 米粒の乾物増加過程と米質. 日作紀 44:431—437.
- 中元朋実・町田寛康・松崎昭夫 1988. イネ穎花の開花時期と粒重の関係. 日作紀 57:627—630.
- Nishiyama, I. 1982. Male sterility caused by cooling treatment at the young microspore stage in rice plants. XXIII. Anther length, pollen number and the difference in susceptibility to coolness among spikelets on the panicle. Japan. Jour. Crop Sci. 51:462—469.
- 王余龍・新田洋司・山本由徳 1996. 中国産日本型水稻 9004 系統の多収要因の解析. 第 2 報 精玄米千粒重の成立要因. 日作紀 65:575—584.
- 笹原健夫・児玉憲一・上林美保子 1982. 水稻の穂の構造と機能に関する研究. 第 4 報 穂軸節位別 2 次枝梗粒数のちがいによる穂型の分類. 日作紀 51:24—36.
- 佐々木武彦 1995. 水稻耐冷性育種技術の開発と良食味・耐冷性品種「ひとめぼれ」の育成. 農業技術 50:54—57.
- 島崎佳郎 1949. 冷水によるイネ不稔性の細胞学的機作. 日作紀 18:89—92.
- 寺井謙次・眞崎聡・泉香菜子・杉渕恭介・川本朋彦・松本眞一 2001. 秋田県における水稻新旧品種の穂型の比較. 日作東北支部報 44:13—14.
- 寺尾博・大谷義雄・白木実・山崎正枝 1940. 水稻冷害の生理学的研究. 予報 II 幼穂發育上の各期における低温障害. 日作紀 12:177—195.
- 寺尾博・大谷義雄・土井弥太郎・泉清一 1942. 水稻冷害の生理学的研究. 予報 VIII 挿秧より出穂に至る各期よりの各種低温の幼穂分化・出穂・稔実に及ぼす影響. 日作紀 13:317—336.
- 角田公正・和田純二・佐藤亮一 1965. 水稻冷害の実際研究. 第 21 報 障害型不稔穂の穂上分布について. 日作紀 34:44—46.

Nodal difference in spikelet fertility and grain ripening on the panicles of cold-tolerant and -susceptible rice cultivars : Kenji TERAI *¹⁾, Satoshi MASAKI²⁾, Tomohiko KAWAMOTO²⁾, Shin-ichi MATSUMOTO²⁾, Ikuko KODAMA²⁾ and Masanori SUGIURA¹⁾ (¹⁾Akita Univ. Akita, 010-8502, Japan; ²⁾Akita Pref. Agr. Exp. Stn.)

Abstract : We examined the nodal distribution of the numbers of ripened and empty grains and the grain weight in the panicle in 12 rice cultivars with different cold tolerance cultivated in cool water (daily mean temperature, 19°C). The number of grains including empty ones did not vary so much with the nodal position on the primary rachis-branches, but was high at the middle part on the secondary rachis-branches. This tendency was stronger in cold tolerant cultivars, and the number of ripened grain at each nodal position on the panicle was also higher in cold-tolerant cultivar. The nodal variation in grain weight was larger on the secondary than on the primary rachis-branches in all cultivars. On the secondary rachis-branches of the cold-tolerant cultivars, the lower the nodal position, the higher the fertility percentage, but the weight of each grain negatively correlated with the fertility percentage. In the cold-tolerant cultivars fertility percentage was higher in the order of lower>middle>upper part of panicles, and in the order of tertiary>secondary>primary rachis-branches. This tendency was not clear in the cold-susceptible cultivars. Participation of assimilate transport from stems and leaves in the negative correlation between the fertility percentage and grain weight remains to be examined further.