



イネの穂ばらみ期不受精耐冷性と相対的根量の相関関係

張祖建・中村貞二*・千葉雅大・西山岩男
(東北大学)

要旨: イネの障害型冷害である穂ばらみ期不受精の耐冷性に関して、根の重要性は以前から指摘されていたが、その理由についてはほとんど明らかにされていない。そこで、耐冷性のレベルが異なる3品種(ササニシキ: やや弱, ミサトハタモチ: やや強及びひとめぼれ: 極強)を供試し、ポットを用いて施肥量及び土壌の水分条件を変えて根と地上部との量的関係が異なる材料を作り、根量と不受精との関係を解析した。湛水条件、畑条件あるいは水耕条件のいずれにおいても施肥量が多い区ほど生育が旺盛であったが、乾物重の根/葉茎穂比は逆に施肥量が多い区ほど小さくなった。この材料では冷温処理との関連を見るために分げつを除去して1株1穂としているが、その1穂の穎花数は多肥条件ほど多かった。そして、1穎花当たりの根の乾物重は概して多肥条件ほど小さくなった。冷害危険期(小孢子初期)に冷温処理をした区の受精率は、多肥条件ほど低下した。そこで、この受精率と根/葉茎穂比及び1穎花当たりの根乾物重との関係を見ると、いずれも高い相関が得られた。この結果は、穂ばらみ期不受精の耐冷性において、地上部に対する相対的な根量、あるいは穎花数に対する相対的な根量が冷害時における不受精の発生程度と関係があることを示唆している。

キーワード: イネ, 障害型冷害, 耐冷性, 窒素施肥, 根, 穂ばらみ期。

イネの冷害は古くからの大きな問題であり、研究の蓄積も少なくない。しかし、1993年の大冷害はこれらの研究上の知見や実際の技術について全体的に改めて見直す機会となった。近年に展開した知見としては、花粉数と耐冷性の関係の解明(Nishiyama 1982, 1983)、葯の呼吸活性と脂質の関係の解明(Toriyama and Hinata 1984, Toriyama ら 1988)、受精に関与する4要素の提唱(Satake and Shibata 1992)、前歴深水灌漑法の開発(Satake ら 1988, Satake 1989)、診断型水管理法の開発(井上 1993, 1994)などがある。新しい対策技術である前歴深水灌漑法や診断型水管理法は冷害の現場において有効性が確認された。

一方、イネの冷害に関連して、肥えた田圃はやせた田圃よりも被害が大きいことが江戸時代から知られていた。明治時代以降、近代的な冷害研究が開始されてからも、施肥窒素量が多ければ不受精が多発することは再三にわたって報告されている(西山 1985)。施肥窒素量が多いとイネの葉色が濃くなる。それは、葉緑素量が葉の窒素含有量に比例して増加するからであり、葉色は倒伏や冷害を防止するための追肥適期や追肥量の診断に利用されている。しかし、被害の解析を進める中で、なぜ窒素を多量に施用すると不受精が激発するのかについてはほとんど何も分かっていないことが浮き彫りになってきた。

一方、天野(1984)は、堆肥区では無堆肥区と比較して葉身の窒素含有率が同じであっても冷温による受精率の低下が小さいことを明らかにした。すなわち、不受精の発生は葉の窒素含有率のみによっては十分説明ができないとい

うことである。彼はこの論文で、堆肥区においては無堆肥区よりも根が深く分布し、かつ形態的にも生理的にもより健全であったと報告しているが、なぜ根が健全であると受精率が高くなるのかについては、根で生産される植物ホルモンであるサイトカイニンが関与しているのではないかと示唆しているのみである。

100年に1度とも言われた大冷害の1993年に、一帯がほとんど壊滅状態であった青森県十和田地域において500 g m⁻²近い多収を挙げた精農家(六戸町, 小林福蔵氏)がいた。衆知のように、冷害危険期である穂ばらみ期に葉色が濃い状態になっていると不受精発生の危険性が高いので、冷害気象が予測されるときには幼穂形成期の追肥を行わないように各県で指導している。ところが、この精農家はその時期に追肥をしているのである。この優良事例の原因解析では、土づくり・元肥減肥・深水管理(20 cm以上)の3点が冷害対策技術として有効であったとされ、根が良く張り健全であったことが指摘されている(高城 1995)。しかし、深水管理を別にすれば、科学的な因果関係は明らかでない。

1993年にはまた、青森県農業試験場藤坂支場などで、無窒素栽培のイネや陸稲が良く稔実しているのが観察されている。これらのイネも収穫皆無となったイネと同様に厳しい冷温に遭遇しているはずである。稔実が良い原因は何であろうか。無窒素栽培では地上部の生育量が少ないが、相対的に根量が多くなる。陸稲は水稻に比べて少収であるが、根は良く張っている。

以上のような諸事実を総合してみると、穂ばらみ期不

精の要因として根の重要性が浮き彫りになる。一方、受精は開花時に穎花の中で起こる現象であり、近年、花粉数が耐冷性に重要な役割を持っていることが明らかにされた (Nishiyama 1982, 1983)。しかし、根の問題と不受精とを結ぶ因果関係については、窒素肥料の問題あるいは体内窒素濃度の問題としてしか捉えられていない。これらの要因と不受精との間には高い相関関係が得られる場合も多くあるが、その因果関係の説明はされていない。さらに、上述の天野 (1984) の研究や青森県の精農家の事例に見られるように、体内窒素濃度と不受精とが相関しない事実がいくつか提示されている。

このような状況を踏まえて Nishiyama (1996) は、この窒素施肥・根の活性と花粉数・不受精とを結ぶ因果関係の連鎖の解析が穂ばらみ期不受精の問題を解決するためにもっとも基本的なテーマであると考え、セントラルドグマと呼び、この領域への研究勢力の集中を提唱した。そして、窒素施肥量が多いと花粉数が減少することが明らかにされるなど (立田 1999, 林ら 1998)、このラインに沿った解析が進行しつつある。

このセントラルドグマにおいて、最終結果である不受精は葯の裂開から受粉・受精と複雑な過程を含んでいるが、葯の側では、不受精よりも1段階前の花粉数という形で量的に把握されている。原因の側については、窒素施肥量・土壌中の窒素量やイネの体内窒素濃度などが不受精と因果関係があると考えられてきたが、前述したように、それらだけでは説明が付かない場合があること、そして、根の量や活性が関係している可能性が示された (天野 1984)。一般に、窒素は根よりも地上部の生長をより促進するので、窒素は直接不受精に影響するほかに、根の地上部に対する相対的量の変化を通じて影響する可能性がある。

本論文においては、セントラルドグマにおける窒素施肥、根の量や活性から花粉数・不受精に至る因果関係を把握するための一つの手がかりとして、根と地上部の乾物重の間の量的関係、すなわち、相対的根量を冷温による不受精の発生と関連させることを試みた。窒素施肥水準として少肥・中肥・多肥の3段階を設け、第1実験では耐冷性やや弱の水稲ササニシキとやや強の陸稲ミサトハタモチを材料として土壌を詰めたポットを用い、湛水条件と畑条件で比較した。第2実験ではササニシキと耐冷性極強のひとめぼれを供試して、ポットで水耕栽培を行った。

材料と方法

第1実験 (1997年)

障害型冷害である穂ばらみ期不受精に対する耐冷性やや弱の水稲ササニシキ及び耐冷性やや強の陸稲ミサトハタモチを材料として用いた。4 L のプラスチックポットに沖積水田土壌を詰め、畑条件で円形20粒播きにす (佐竹 1972)、湛水条件及び畑条件の区を設けて屋外で栽培した。なお、播種は3日間隔で3回行った。湛水区は3.4葉期か

ら湛水した。施肥は基肥で、被覆尿素肥料 (LP 100) を用い窒素成分量でポット当たり 0.2, 0.8 及び 3.2 g の3水準を設けた。分けつは出現後直ちに除去して主茎のみを使用した。冷温処理は播種日の違いやわずかな個体差により生育が分散した材料について、一斉に、昼 17°C—夜 12°C (昼: 06.00–18.00) の自然光条件下で6日間実施した。受精率の測定には穂上の特定位置の穎花、すなわち、第1–3枝梗の上から3–5番目の穎花のみを供試した。これらの穎花の受精、不受精の判定は登熟終了後に行った。受精率は個体ごとと求め、そして処理開始時の葉耳間長で2 cm ごとに平均値を算出し、最低値をその区の受精率とした。その結果、受精率算出に用いた個体数は処理区当たり5–24であった。穎花数は主茎のみの1株1穂当たりの値である。なお、冷温処理開始と同一日に1処理区につき16–20個体を採取し、根と茎葉穂に分け、80°Cで通風乾燥後、重量を測定した。

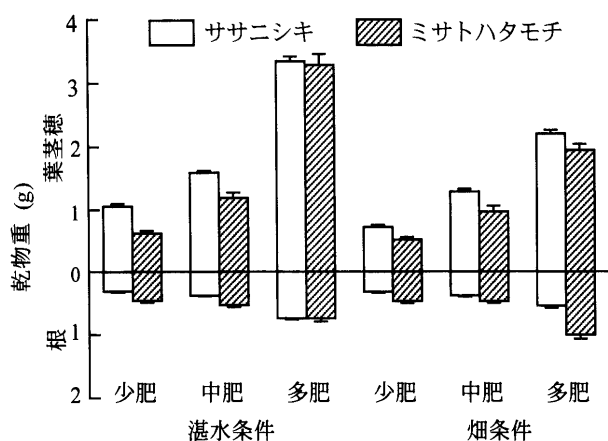
第2実験 (1998年)

耐冷性がやや弱の水稲ササニシキ及び極強の水稲ひとめぼれを用いた。催芽種子を pH 5.5 に調整した水道水を用いサランネット上で3.2葉期まで生育させた後、表面を白く塗った500 mL 容茶褐色プラスチック瓶に1本植えて水耕栽培した。水耕液は Mae and Ohira (1981) の処方、窒素以外については、標準の1/4倍濃度から始めて2週間ごとに1/2, 3/4, 1倍と上げてゆき出穂後は1/2倍に下げた。窒素については少肥、中肥及び多肥の3水準を設けた。少肥区は2週間ごとに1.5, 3.0, 4.5, 6.0 mg L⁻¹ と上げ、出穂後は3.0 mg L⁻¹ とした。中肥区は同じく4.5, 9.0, 13.5, 18.0 mg L⁻¹ で、出穂後は9.0 mg L⁻¹ とし、多肥区は6.8 (1週間), 13.5 (1週間), 27.0, 40.5, 54.0 mg L⁻¹ で、出穂後は27.0 mg L⁻¹ とした。分けつは出現後直ちに除去して主茎のみを使用した。冷温処理は、各区3個体について後述する特定穎花の小孢子初期を鏡検により確認し、昼 17°C—夜 12°C (昼: 06.00–18.00) の自然光条件下で5日間実施した。小孢子初期を確認した際の平均葉耳稈長を求め、それを基準とし±1.5 cm の範囲にある個体の受精率を測定した。受精率測定に用いた穎花の特定位置は第1–3枝梗の上から3–5 (あるいは4–6) 番目の穎花である。また、処理区当たりの個体数は8–10であった。穎花数は主茎1株1穂当たりの値である。なお、処理区当たり5個体について、第1実験と同様に根と茎葉穂の乾物重を測定した。

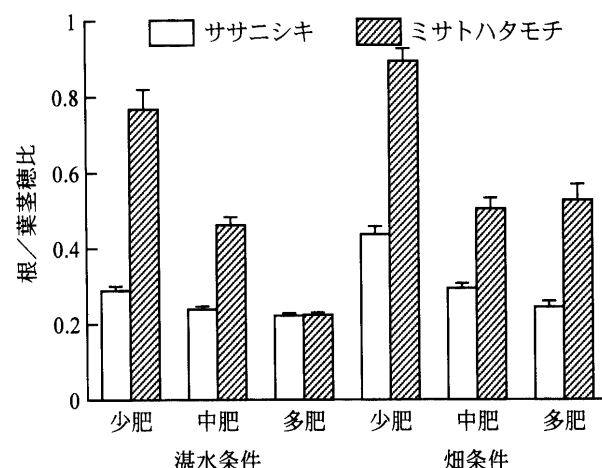
結 果

第1実験 (1997年)

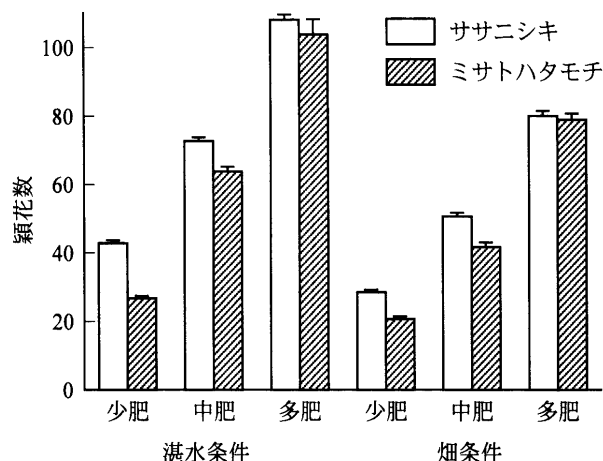
窒素施肥量及び水分条件が地下部器官である根及び地上部器官である葉・茎・穂の乾物重に及ぼす影響を第1図に示した。湛水条件では畑条件に比べて生育が良かったが、両者の施肥量に対する反応の傾向は同じであった。また、



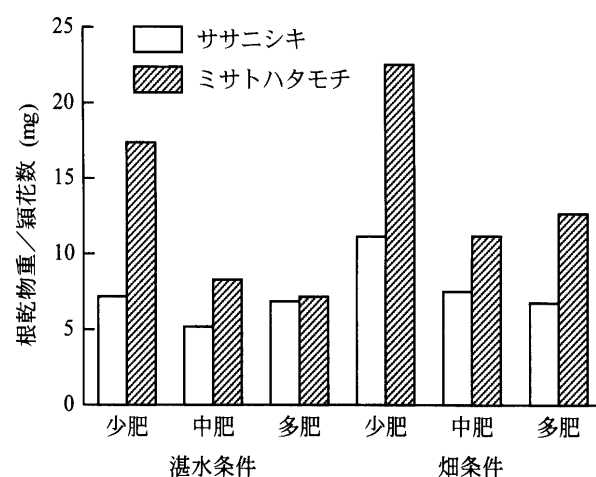
第1図 窒素施肥量及び水分条件が乾物重に及ぼす影響 (1997)。
縦棒は標準誤差を示す。



第2図 窒素施肥量及び水分条件が根/葉茎穂比に及ぼす影響 (1997)。
縦棒は標準誤差を示す。



第3図 窒素施肥量及び水分条件が穎花数に及ぼす影響 (1997)。
穎花数は分けつを除去した1株1穂の穎花数。
縦棒は標準誤差を示す。



第4図 窒素施肥量及び水分条件が1穎花当たりの根乾物重に及ぼす影響 (1997)。

水稻のササニシキと陸稲のミサトハタモチの施肥反応もほぼ同様であった。すなわち、窒素施肥量が多いほど根乾物重も葉茎穂乾物重も増加した。第2図は窒素施肥量及び水分条件が乾物重の地下部と地上部の比率：根/葉茎穂比に及ぼす影響を見たものである。湛水条件でも畑条件でも施肥量が多くなるほど根の比率が低くなる傾向があった。陸稲のミサトハタモチは水稻のササニシキと比べて根の比率が高かった。

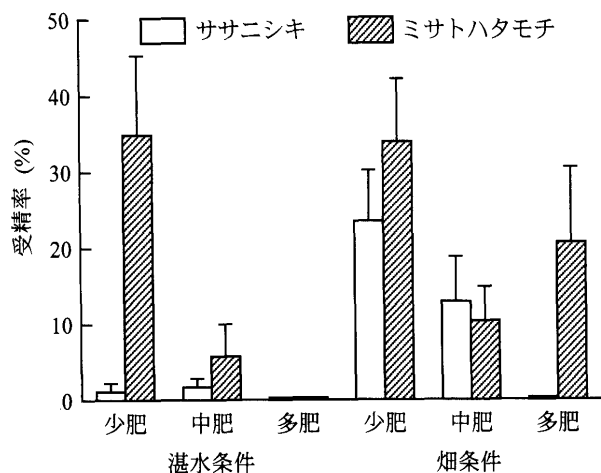
第3図に窒素施肥量及び水分条件が穎花数に及ぼす影響を示した。穎花数は、湛水条件では畑条件よりも多く、また、ササニシキではミサトハタモチよりも多かったが、その施肥反応は同様であった。すなわち、窒素施肥量が多くなるほど増加した。第4図は窒素施肥量及び水分条件が1穎花当たりの根乾物重に及ぼす影響を見たものである。ササニシキの湛水条件でははっきりしないが、それ以外では窒素施肥量が多くなるほど1穎花当たりの根乾物重は低下する傾向があった。

窒素施肥量及び水分条件が冷害危険期に冷温処理をした場合の受精率に及ぼす影響を第5図に示した。ミサトハタモチの耐冷性はササニシキに比べて明らかに強かった。湛水条件のササニシキでは、窒素施肥量にかかわらず1穂内のほとんどの穎花が不稔となったので差が出なかったが、その他の場合には窒素施肥量が多くなるほど受精率が低下する傾向が見られた。

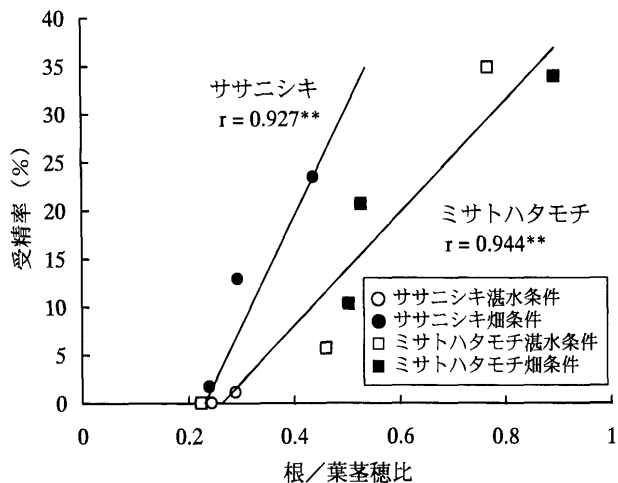
第6図は根/葉茎穂比と冷温処理区の受精率との関係である。湛水条件と畑条件と一緒にプロットしてある。ササニシキでもミサトハタモチでもこの両者の間に高い相関があった。第7図は1穎花当たりの根乾物重と冷温処理区の受精率との関係を示している。この両者の間にも高い相関があった。

第2実験 (1998年)

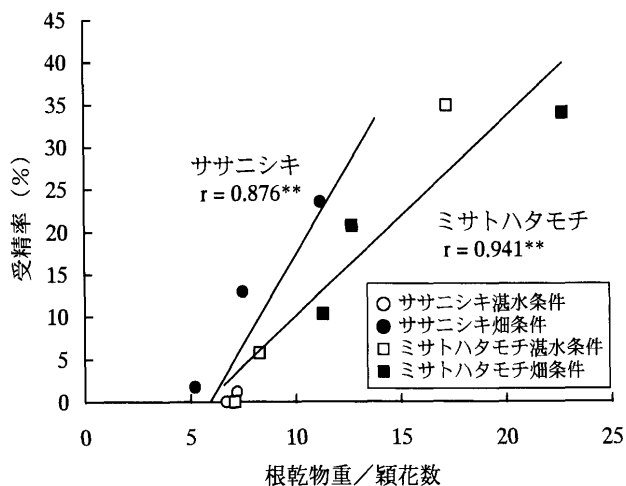
窒素施肥量が根及び葉茎穂の乾物重に及ぼす影響を第8図に示した。1997年の第1実験の結果と同様に、窒素施肥量が多いほど生育が旺盛であった。ササニシキとひとめ



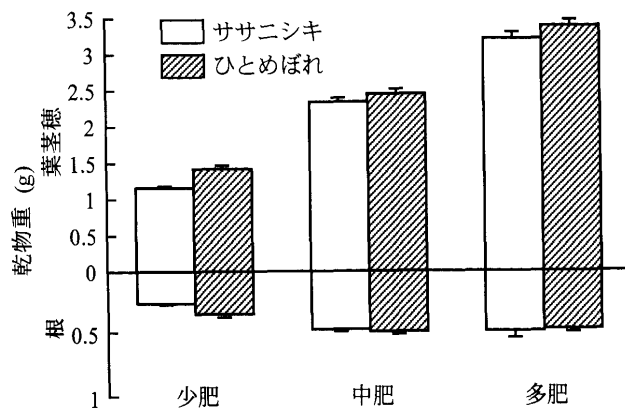
第5図 窒素施肥量及び水分条件が冷温処理区の受精率に及ぼす影響 (1997).
縦棒は標準誤差を示す。



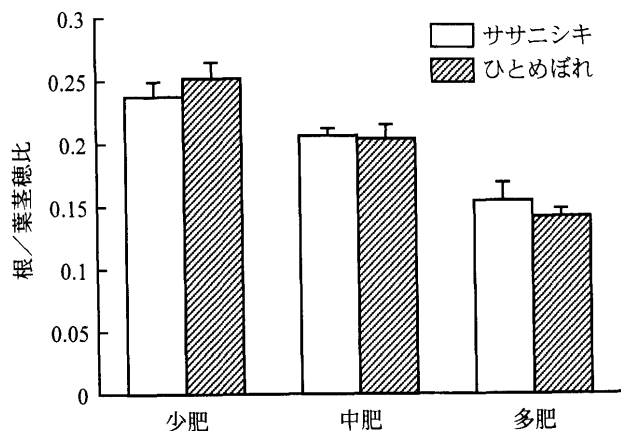
第6図 根/葉茎穂比と冷温処理区の受精率との関係 (1997).
**:1%水準で有意。



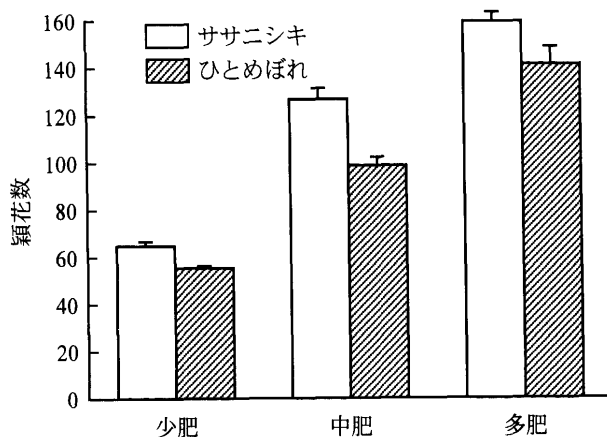
第7図 1穎花当たりの根乾物重と冷温処理区の受精率との関係 (1997).
**:1%水準で有意。



第8図 窒素施肥量が乾物重に及ぼす影響 (1998).
縦棒は標準誤差を示す。



第9図 窒素施肥量が根/葉茎穂比に及ぼす影響 (1998).
縦棒は標準誤差を示す。

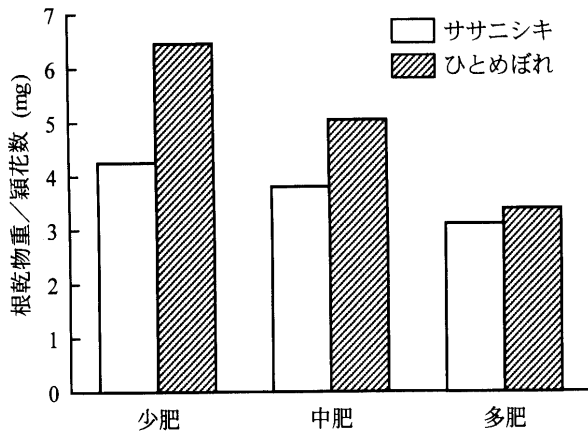


第10図 窒素施肥量が穎花数に及ぼす影響 (1998).
穎花数は分けつを除去した1株1穂の穎花数。
縦棒は標準誤差を示す。

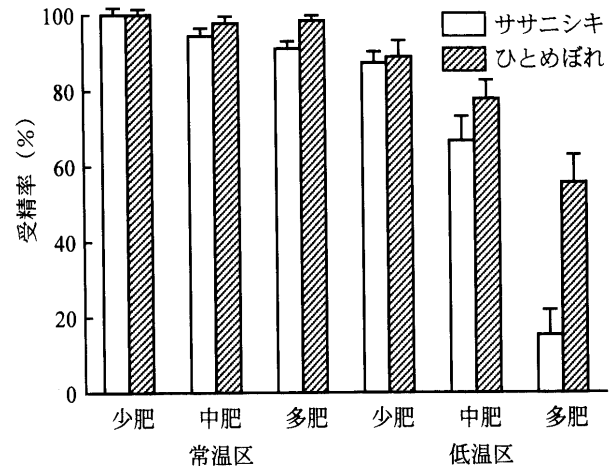
ほれとの間には特に差がなかった。第9図は窒素施肥量が根/葉茎穂比に及ぼす影響である。ササニシキとひとめぼれの間には大差がなく、いずれも窒素施肥量が増加するほ

ど根/葉茎穂比は低下した。

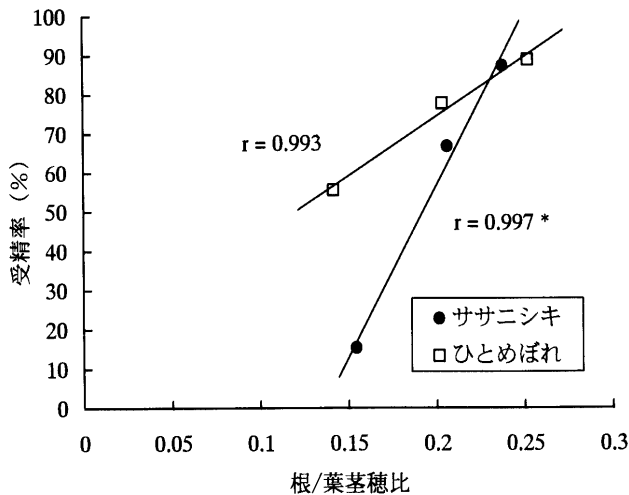
第10図は施肥窒素量が穎花数に及ぼす影響である。穎花数はササニシキの方がひとめぼれよりも多かったが、両品種とも窒素施肥量が増加すると穎花数が増加する傾向は全く同様であった。第11図に窒素施肥量が1穎花当たり



第11図 室内施肥量が1穎花当たりの根乾物重に及ぼす影響 (1998)。

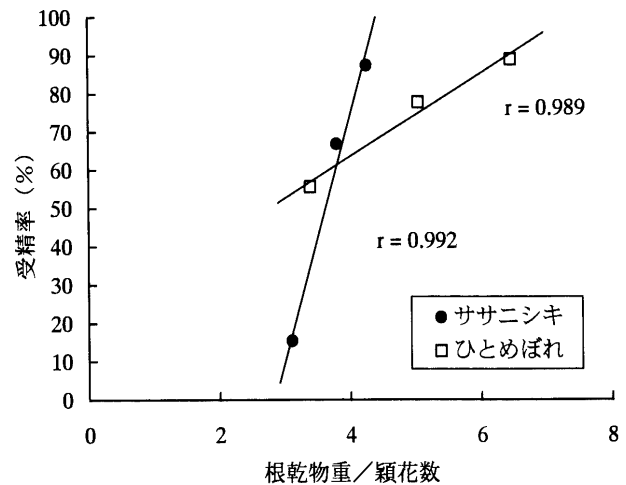


第12図 室内施肥量が常温区及び冷温処理区の受精率に及ぼす影響 (1998)。
縦棒は標準誤差を示す。



第13図 根/葉茎穂比と冷温処理区の受精率との関係 (1998)。

*: 5%水準で有意。



第14図 1穎花当たりの根乾物重と冷温処理区の受精率との関係 (1998)。

の根乾物重に及ぼす影響を示した。1穎花当たりの根乾物重は耐冷性が強いひとめぼれの方が弱いササニシキよりも大きかったが、両品種ともに室内施肥量を増加させると減少した。

第12図は室内施肥量が常温区及び冷害危険期に冷温処理をした区における受精率に及ぼす影響である。常温区の受精率は、ササニシキで室内施肥量が多いほど若干低下してはいるが、両品種ともすべての区で90%以上であった。冷温処理区の受精率は室内施肥量が多くなるほど低下し、特に耐冷性が弱いササニシキでは顕著に低下した。

ササニシキとひとめぼれにおける冷温処理区の受精率には、かなりの差があるが、両者ともに根/葉茎穂比及び1穎花当たりの根乾物重の増加に伴い高くなる傾向が認められ、その傾きは、ササニシキの方がひとめぼれよりも明らかに大きかった (第13, 14図)。

考 察

冷害危険期に冷温処理をした区の受精率は、湛水条件のササニシキで被害が大きすぎて差が出なかった以外、室内

施肥量が多い区ほど減少する傾向が認められ (第5, 12図)、今までの報告と同様な結果となった (林ら 1998, 佐々木・和田 1975, Satakeら 1987)。

根の機能が冷温下の受精に重要な役割を持つとするならば、単位根量当たりの生理活性が十分に高いこと、根量が十分多くあること、あるいはその両方が受精を高める可能性があるが、本研究では、量的な形質に着目してみた。

一般に、多窒素は根よりも地上部の生長を促進する。また、畑条件は湛水条件よりも好氣的条件なために、根の生長にとっては好ましいと考えられる。以上のことが本論文の実験においても確認され (第1, 8図)、根と地上部との比率 (根/葉茎穂比) が大きく異なる材料を得ることができた (第2, 9図)。根/葉茎穂比すなわち相対的根量と受精率との関係を求めると、品種ごとに高い相関が得られた (第6, 13図)。また、畑条件の受精率は、ミサトハタモチの少肥区を除き、全般に湛水条件のそれよりも高い傾向にあったが、その違いは、根/葉茎穂比に良く対応することがわかった。品種間の比較では、耐冷性が強い品種ほど直

線の傾きが緩やかになっている。すなわち、根/葉茎穂比が受精率に及ぼす影響が小さいことになる。

窒素や土壌の水分条件は、地上部全体の生長に影響を及ぼしたが、穂の大きさ、すなわち一穂穎花数にも影響を及ぼした(第3, 10図)。根と耐冷性の関係に関する生理的機構がわかっていない段階なので、相対的根量として、地上部全体に対する根量に加え、穂あるいは穎花に対する根量を用いて検討してみた。受精が営まれる場所である穂あるいは穎花に対する根量を用いた方が、冷害不受精の因果関係を解明する上で意味があるし、関係も深いと考えたからである。結果としての花粉数の大小との関係を論じる場合にもより直接的である。そこで、穎花に対する根の寄与の程度を評価するために1穎花当たりの根乾物重を求めた。1穎花当たりの根乾物重は、根/葉茎穂比と同様、窒素施肥量が少ないほど大きくなる傾向があった(第4, 11図)。1穎花当たりの根乾物重と受精率との間には、根/葉茎穂比の場合と同様に品種ごとに正の相関が得られた(第7, 14図)。この場合も、湛水条件と畑条件の間の受精率の違いは、1穎花当たりの根乾物重を反映するものであった。品種間の比較では、やはり耐冷性が強い品種ほど勾配が緩やかであり、1穎花当たりの根乾物重の影響が小さいと考えられる。1穎花当たりの根乾物重は乾物重の根/葉茎穂比よりも受精率と近い関係にあると予測したが、本実験の相関係数からははっきりしなかった。それぞれの形質の測定精度も関係するので、今後さらに追跡する必要がある。

多窒素が耐冷性を低下させることは、既知の事実である(林ら 1998, 佐々木・和田 1975, Satakeら 1987)。とくに、穎花分化期から危険期までの多窒素が冷温処理による不受精を助長すること(Satakeら 1987)、すなわち危険期直前の比較的短い期間の多窒素によっても不受精が増加することから、窒素は根量という形質を通さず、直接に不受精発生に影響する可能性も否定できない。しかし、本実験結果では、乾物重の根/葉茎穂比あるいは1穎花当たりの根乾物重が冷温処理区の受精率と高い相関があることが示された。このことは、Nishiyama (1996) が提唱しているセントラルドグマにおける窒素施肥量とイネの耐冷性の因果関係が、少なくともその一部について、相対的根量を通して実現しているものと考えることができる。天野(1984)は、耐冷性に関して根の量や生理活性が重要であることを示した。本実験結果でも根の重要性が示されたことになる。さらに、イネの耐冷性は、根の絶対量ではなく相対的根量と正の関係にあることが示された。窒素施肥、さらに相対的根量という形態的特徴が不受精発生に影響する生理的機構については、今後明らかにしなければならない。しかし、本実験結果は、セントラルドグマの研究における根の役割を評価するための一つの有力な手法ないしは手がかりとして利用できるであろう。

謝辞: 陸稲ミサトハタモチの種子は、茨城県農業総合セ

ンター生物工学研究所陸稲育種指定試験地の平澤秀雄氏から提供して頂いた。深い感謝の意を表します。

引用文献

- 天野高久 1984. 水稻の冷害に関する作物学的研究. 北海道立農試報告 46: 1—67.
- 林高見・柏原一成・奈良吉主・千葉雅大・井出雅弘・山口知哉・小池説夫 1998. 多窒素水耕栽培イネの冷温による不稔発生と花粉数との関係. 第2報 リン酸の影響. 日作紀 67 (別1): 92—93.
- 井上君夫 1993. エキスパートシステムによる水田の水管理. 農業気象 49: 169—175.
- 井上君夫 1994. 水田の診断型水管理装置の開発. 農業気象 50: 1—7.
- Mae, T. and K. Ohira 1981. The remobilization of nitrogen related to leaf growth and senescence in rice plants (*Oryza sativa* L.). Plant Cell Physiol. 22: 1067—1074.
- 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. Jpn. J. Crop Sci. 51: 462—469.
- Nishiyama, I. 1983. Male sterility caused by cooling treatment at the young microspore stage in rice plants. XXVI. The number of ripened pollen grains and the difference in susceptibility to coolness among spikelets on the panicle. Jpn. J. Crop Sci. 52: 307—313.
- 西山岩男 1985. イネの冷害生理学. 北大図書刊行会, 札幌. 1—313.
- Nishiyama, I. 1996. Strategies for the research to overcome cool weather damage in rice plants. In Crop Research in Asia: Achievements and Perspective. Crop Sci. Soc. Japan, Tokyo/Asian Crop Sci. Assoc. (ACSA), Seoul. 246—251.
- 佐々木一男・和田定 1975. イネの冷害不稔発生に及ぼす窒素, 磷酸, および加里の影響. 日作紀 44: 250—254.
- 佐竹徹夫 1972. イネポット栽培の改良法—生育時期の揃った穂を得るために—. 日作紀 41: 361—362.
- Satake, T., S.Y. Lee, S. Koike and K. Kariya 1987. Male sterility caused by cooling treatment at the young microspore stage in rice plants. XXVII. Effect of water temperature and nitrogen application before the critical stage on the sterility induced by cooling at the critical stage. Jpn. J. Crop Sci. 56: 404—410.
- Satake, T., S.Y. Lee and S. Koike 1988. Male sterility caused by cooling treatment at the young microspore stage in rice plants. XXVIII. Prevention of cool injury with the newly devised water management practices—effects of the temperature and depth of water before the critical stage. Jpn. J. Crop Sci. 57: 234—241.
- Satake, T. 1989. Male sterility caused by cooling treatment at the young microspore stage in rice plants. XXIX. The mechanism of enhancement in cool tolerance by raising water temperature before the critical stage. Jpn. J. Crop Sci. 58: 240—245.
- Satake, T. and M. Shibata 1992. Male sterility caused by cooling treatment at the young microspore stage in rice plants. XXXI. Four components participating in fertilization. Jpn. J. Crop Sci. 61: 454—462.
- 高城哲男 1995. 被害の実態調査結果と技術上の問題点, 青森県, 栽培の動向と優良事例. 東北地域における平成5年冷害の記録. 東北農

- 試, 盛岡. 24—30.
- 立田久善 1999. 水稻の耐冷性関連形質としての葯長, 葯幅, および充実花粉数に及ぼす施肥窒素の影響. 日作紀 68: 187—193.
- Toriyama, K. and K. Hinata 1984. Anther respiratory activity and chilling resistance in rice. *Plant Cell Physiol.* 25: 1215—1221.
- Toriyama, S., K. Hinata, I. Nishida and N. Murata 1988. Prominent difference of glycerolipids among anther walls, pollen grains and leaves of rice and maize. *Plant Cell Physiol.* 29: 615—621.

Correlation between Spikelet Fertility and Relative Root Amount in Rice Plants Exposed to Cool Temperature at the Young Microspore Stage: Zhujian ZHANG, Teiji NAKAMURA*, Masahiro CHIBA and Iwao NISHIYAMA (*Grad. School of Agr. Sci., Tohoku Univ., Sendai 981-8555, Japan*)

Abstract: Many field observations have suggested that roots play an important role in the tolerance to the sterility-type cool-weather damage at booting stage in rice plants. However, how the roots affect fertilization is uncertain. This paper reports the relationship between root mass and fertilization under cool weather conditions. Three cultivars with different cool-temperature tolerance were used: Sasanishiki (lowland cultivar, moderately susceptible), Misatohatamochi (upland cultivar, moderately resistant) and Hitomebore (lowland cultivar, very resistant). Plants were grown in pots with three levels of nitrogen fertilizer, and under lowland, upland or water culture conditions. The higher the nitrogen level, the more vigorous the growth was and the smaller the dry-weight ratio of root to shoot (leaf, stem and panicle), irrespective of the culture conditions. The number of spikelets was higher and the root weight per spikelet was lighter at the higher levels of nitrogen application. Fertility of the plants cooled at the young microspore stage was lower at the higher levels of nitrogen. The correlations of the fertility with both the dry weight ratio of root to shoot and the root weight per spikelet were high. These results suggest that the relative amount of root to shoot or spikelet might be an important factor affecting the fertility when the plants were exposed to cool weather at the young microspore stage.

Key words: Booting stage, Cool-temperature tolerance, Nitrogen fertilizer, Rice plant, Root, Sterility-type cool-weather damage.