水稻の冷温登熟性に関する研究

第3報 登熟に及ぼす出穂後乾物生産の影響

楠谷 彰人*

(北海道立北見農業試験場)

昭和62年7月31日受理

要 旨：これまで北海道では、登熟の良否が水稻の収量や品質に重大な影響を及ぼしてきた。このため登熟性の向上は品種の具備すべき最重要特性のひとつとされてきた。本報では、登熟性の品種間差の生じる機構を明らかにし高登熟品種育成のための指標を得ようとした。

稔実率登熟歩合 (Y) と出穂期後の積算日平均気温 (X) との関係は次式によく適合した。

$$Y = 1 - a \cdot \exp(-b \cdot x)$$

常数 b に明瞭な品種間差が認められたので、この値 (登熟係数) により品種の登熟能力を検定した。

登熟係数は、 m^2 あたり粒数 (N) とは有意な相関を示さなかったが、穂揃期後2週間目における稈+葉鞘中の貯蔵炭水化物量 (C)、穂揃期後2週間目から成熟期にかけての乾物生産量 (ΔW) および1粒あたりの炭水化物供給量 $[(C + \Delta W)/N]$ とは有意な正の相関を示した。穂揃期後2週間目から成熟期にかけての穂への炭水化物移行率 $[\text{穂重増加量} (\Delta E)/(C + \Delta W)]$ と登熟係数との間にも有意な正の相関が認められたが、炭水化物移行率の品種間差は他の登熟形質に比べて小さく、既存の北海道品種を使って大幅な転流効率の向上を実現することは困難と予想された。

これらから、登熟係数は品種の登熟能力を評価する指標として育種的に利用可能な形質であり、その向上のためには1粒あたりの炭水化物供給量を増し、その穂への転流効率を高めることが必要と考えられた。

キーワード：稲、乾物生産、貯蔵炭水化物、転流、登熟。

Studies on Ripening of Rice Varieties Grown under Low Temperature III. Influence of dry matter production after heading stage on ripening: Akihito KUSUTANI* (*Hokkaido Prefectural Kitami Agricultural Experiment Station, Kunep, Hokkaido 099—14, Japan*)

Abstract : In this paper, the dry matter accumulation patterns of 13 rice varieties were compared in order to analyze the cause of the varietal differences in ripening. The relationship between the percentage of fully ripened grains to fertilized grains (Y) and the accumulated average air temperature during the ripening period (X) is shown in the next formula :

$$Y = 1 - a \cdot \exp(-b \cdot X)$$

The constant b was different among varieties. This constant b (ripening index, RI) correlated significantly with the reserve carbohydrate in the stem and leaf sheath at two weeks after the full heading stage (C) and also with dry matter production from two weeks after the full heading stage to the maturing stage (ΔW). The correlation between RI and the number of grains per square meter (N) was not significant. A higher significant correlation was found between RI and $(C + \Delta W)/N$. RI also showed a significant correlation with the increase in ear dry weight during the ripening period $(\Delta E)/(C + \Delta W)$.

From these facts, it was concluded that RI was a useful index to estimate the ripening ability of different varieties.

Key words : Dry matter production, Reserve carbohydrate, Rice, Ripening, Translocation.

気象条件が厳しく生育期間の限られる北海道では登熟の良否が水稻の品質や収量に大きく影響する。このため、登熟性の向上は品種育成のうえでも特に重要な課題のひとつとされてきた。

登熟の温度反応が品種により異なることは、これ

までも多数の報告によって指摘されている^{5,8,12,18)}。すなわち、冷温下での登熟能力に品種間差が存在することは既によく知られているが、これらの差を数字で表現し育種的に応用することはあまり行なわれてこなかった。

吉原ら¹⁸⁾は、出穂後の積算気温に対する登熟歩合の推移を2~3直線折れ線モデルにあてはめ、それらが品種や施肥法により異なることを明らかにした。また、小高・阿部⁵⁾も2直線折れ線モデルを用い、その回帰係数の大小によって北海道品種の登熟

* 現在、北海道立中央農業試験場稲作部育種科。
Present address: Rice Breeding Section, Rice Crop Division, Hokkaido Central Agricultural Experiment Station, 217 Kamihoromui, Iwamizawa, Hokkaido 069—03, Japan.

能力を検定した。このように、これまでの報告では折れ線モデルにより品種の登熟能力を評価することが多かった。折れ線モデルは、登熟期を何段階かに分割し、それぞれの時期ごとに登熟経過を比較できるという優点を持つが、出穂後の積算気温がある程度以上になると登熟歩合が100%を越える場合が生じる。そこで、本報では両者の関係を登熟歩合100%を漸近線とする指数関数にあてはめ、その指数係数により品種の登熟能力を比較した。あわせて、登熟能力の品種間差を出穂後の乾物生産との関係から検討し、冷温登熟性品種育成のための要件につき考察した。

材料と方法

試験は1986年に北海道立北見農業試験場水稻試験地において、第1表に示した13品種を供試して行なわれた。4月21日にビニール畑苗代に播種・育成した苗を5月29日に本田に1株2本で手植した。栽植密度は27.5株/m² (30.3 cm×12.0 cm)で、肥料は10 aあたりN 6.0 kg, P₂O₅ 7.2 kg, K₂O 4.8 kgを全量基肥で与えた。

品種ごとの出穂始期に、止葉の葉耳から穂が1/2～3/4抽出した茎を1品種約250本選定して印をつけ、その後の積算日平均気温が300°C前後になった日から900～1,000°Cに達するまで5～7日おきに7回（晩生種の「しおかり」と「北見赤毛1号」は6回）、それぞれ25穂づつを採取し比重1.06で塩

水選を行なって時期別登熟歩合を調べた。あわせて、印をつけた30穂につき、乳熟期に触手で稔実歩合を調査した。各時期の登熟歩合を稔実歩合で除し、稔実した籾についての登熟歩合（稔実籾登熟歩合）を算出した。

乾物重の調査は、穂揃期から10～14日おきに6回行なった。各試験区から7株を採取し、生体重により中庸の5株を選び根、葉、稈+葉鞘、穂に分け、70°Cで72時間乾燥させてその乾物量を秤量した。第1回、第2回、第3回および最終回調査時の乾物試料を用い、村山ら¹⁰⁾の方法に従って全炭水化物を定量した。また、移植後10日おきに10株につき草丈と茎数を追跡調査した。

以上のうち、時期別登熟歩合は反復なしで調査したが、他の調査はいずれも2反復で行なった。なお、1984年にも第1表中の9品種につき、1986年と同様の方法によって時期別登熟歩合の推移を調べた。

結 果

1. 気象経過

第1図に、1986年の半旬別日平均気温と日射量の推移を示した。6月1日～9月30日の積算日平均気温は2,126°Cで平年（1956年からの30年間平均値）を40°C上回った。しかし、図にみられるように生育前半は6月3半旬を除くと7月6半旬まで一貫して低温に経過し、この間の平均気温は14.9°C

第1表 試供品種の出穂期および登熟関連形質。

品種名	育成年次	出穂期(月・日)		登熟係数		登熟 開始温度	N (×10 ⁴ /m ²)	C (g/m ²)	ΔW (g/m ²)	ΔE (C+ΔW)	CR (%)
		1986年	平年	1984年	1986年						
農林33号	1947	8. 6	7.27	—	252	359	2.80	106.6	279.1	0.87	12.6
きよかぜ	1965	8. 8	7.28	330	392	361	3.58	99.7	281.8	1.02	13.4
はやこがね	1977	8.10	7.31	455	428	422	2.81	147.1	362.2	0.94	23.4
走坊主1号	1932	8.12	7.31	286	314	350	3.11	139.5	212.8	0.78	14.6
農林20号	1941	8.13	8. 1	—	307	382	3.29	178.5	189.7	0.77	25.6
ふくゆき	1958	8.13	8. 1	—	279	415	4.16	150.1	284.1	0.79	20.7
なるかぜ	1970	8.14	8. 1	537	584	401	2.84	172.9	393.0	1.02	29.8
きたこがね	1973	8.14	8. 2	565	504	419	2.90	172.4	347.4	0.92	23.5
キタアケ	1983	8.14	8. 2	501	492	425	2.48	165.2	344.4	0.99	22.7
はやゆき	1968	8.15	8. 2	350	422	408	2.18	163.1	289.1	1.05	27.0
イシカリ	1971	8.18	8. 6	511	607	394	2.68	183.1	433.5	1.00	27.6
しおかり	1963	8.20	8. 7	—	408	431	2.85	173.8	267.4	0.92	25.6
北見赤毛1号	1929	8.22	8. 9	433	503	412	2.93	216.9	220.8	0.99	34.5
平 均	—	8.14	8. 2	441	422	398	3.02	159.1	300.4	0.93	23.2
変異係数(%)	—	—	—	21.1	25.8	6.6	14.0	19.0	23.1	10.0	26.9

N: m²あたり籾数, C: 穂揃期後2週間目の稈内炭水化物量, ΔW: 穂揃期後2週間目～成熟期の乾物生産量, ΔE/(C+ΔW): 穂への炭水化物移行率, CR: 貯蔵炭水化物の玄米収量への寄与率, 登熟開始温度: 稔実籾登熟歩合の増加が始まる出穂期後積算登熟気温。

第1図 平均気温および日射量の推移。

●—●：平均気温（●—●：1986年，●---●：1956年～1985年平均値）。
■—■：日射量（■—■：1986年，■---■：1981～1985年平均値）。

第2図 出穂期後の積算日平均気温に対する稈実粒登熟歩合の推移。

●—●：なるかぜ，■—■：はやこがね，
▲—▲：ふくゆき。

で平年より 1.5°C 低かった。一方，7月6半旬からは，8月2半旬が平年より 1.2°C 低かった他は，いずれの旬も高温であり，この間の平均気温は 19.5°C で平年を 1.8°C 上回った。

6月1日～9月30日までの日平均日射量は $376.1 \text{ cal/cm}^2/\text{日}$ で，前5年間の平均値に比べ約5%少なかった。とくに8月は，高温であったにもかかわらず日射量は前5年間平均値の89%にとどまった。初霜は10月4日で平年より4日遅かった。

以上の気象経過の中で，水稻は初期生育が著しく抑制され，供試品種の出穂期は平年より10～13日（平均11.9日）遅れた。

2. 登熟の推移

登熟歩合は，稈実歩合と稈実粒登熟歩合とに分割される。すなわち，登熟歩合は不稈の多少により変動する。このため，登熟性の品種間差を比較する場合は，登熟歩合から不稈の影響を除いた稈実粒登熟歩合の方が適切である。

第2図は，中生種の「はやこがね」，「なるかぜ」，「ふくゆき」の出穂後の積算日平均気温（以下，積算登熟気温とする）に対する稈実粒登熟歩合の推移を示したものである。図に明らかなように，稈実粒登熟歩合（Y）は積算登熟気温（X）に対し指数関数的に反応し，その関係は次式によく適合した。同様の関係は，図示した以外の品種においても認められた。

$$Y = 1 - a \cdot \exp(-b \cdot x)$$

a および b は品種固有の常数であるが，両者の間に

は $r = 0.98^{***}$ の高い正の相関関係が存在した。

図および式から知られるように，積算登熟気温に対する稈実粒登熟歩合の推移の差は，指数関数の増加率とX切片によって表現される。指数関数の増加率は定数bによって決定されるが，bには明瞭な品種間差が認められた。一方，X切片は稈実粒登熟歩合の増加が始まる温度を表わし， $(\ln a)/b$ によって算出されるが，aとbとの相関関係の影響を受け品種間差は小さくなった。すなわち，X切片は早生種でやや小さかった他はいずれも 400°C 前後でほぼ等しかった。これらから，登熟反応の品種間差は定数bによって代表されたと考えられたので，以下この値 $\times 10^5$ を「登熟係数」と呼び，品種の登熟能力を示す指標として扱った。

品種別の登熟係数は第1表に示したとおりである。1986年の登熟係数は252～607に変異し，その品種間変異係数は25.8%であった。1984年と1986年に共通する9品種の両年における登熟係数の相関は $r = 0.85^{**}$ ，その品種間順位相関は $r = 0.88^{**}$ ともに1%水準で有意であり，登熟係数は比較的安定した遺伝形質と考えられた。品種別には「なるかぜ」，「イシカリ」，「きたこがね」，「キタアケ」等で両年とも大きく，これらの品種が登熟性にすぐれることが示された。一方，「走坊主1号」，「きよかぜ」，「ふくゆき」等の登熟係数は小さく登熟性に劣った。この傾向は，小高・阿部⁹⁾が2直線折れ線モデルによって検定した結果によく一致した。

3. 出穂後乾物生産の品種間差異

第3図 穂揃期後の草丈，全乾物生産量，穂乾物重，稈+葉鞘内炭水化物量および稈実登熟歩合の推移。

×—×：草丈，●—●：全乾物生産量，■—■：穂乾物重，
▲—▲：稈+葉鞘内炭水化物量，○—○：稈実登熟歩合，→：穂揃期。

第3図に、早生種「農林33号」、中生種「はやこがね」、晩生種「イシカリ」の穂揃期後の草丈，全乾物生産量，穂乾物重，稈+葉鞘中の全炭水化物量および稈実登熟歩合の推移を示した。

草丈は、穂揃期を過ぎても伸長した。また、図示しなかったが、茎数は穂揃期まで増加しその後もほとんど減少せず、有効茎歩合は100%に近かった。

最終乾物重は「イシカリ」1,236 g/m²、「はやこがね」1,068 g/m²、「農林33号」879 g/m²であり、穂揃期後の乾物生産量はそれぞれ644 g/m²、558 g/m²、474 g/m²で、いずれも早生種で小さかった。部位別にみると、葉身乾物重は穂揃期後減少したが、稈+葉鞘乾物重は穂揃期後14～20日頃まで増加した⁷⁾。穂乾物重は、穂揃期直後の増加は少なかったが、稈+葉鞘乾物重の減少が始まる頃から急増した。穂揃期から穂揃期後2週間目までの乾物分配率は、全品種を平均すると葉身へ6.5%、稈+葉鞘へ42.5%、穂へ61.5%であった。

稈+葉鞘中の炭水化物含有率は、穂揃期には全品種とも25%前後であったが、穂揃期後2週間目には35～40%に達し、その後減少した。稈+葉鞘中の炭水化物量は、炭水化物含有率および乾物重の推移に対応して穂揃期後も増加を続けた。すなわち、穂揃期に60～110 g/m²であった稈+葉鞘中の炭水化物は、穂揃期後2週間目には100～220 g/m²となり穂揃期からほぼ倍増した。その後減少して成熟期には穂揃期の値とほとんど等しくなった。「農林33号」等早生種の稈+葉鞘中の炭水化物量は少なく、その時期による変動も小さかった。

稈実登熟歩合の上昇は、積算登熟気温が約

400°Cになる穂揃期後17～19日目頃から始まった。

4. 登熟係数と乾物生産との関係

玄米中に蓄積される炭水化物は、登熟が始まる前に稈や葉鞘中に貯えられ登熟の進行とともに穂へ移行する貯蔵炭水化物と登熟期間中に生産された光合成産物とにわけられる^{1,3,9,10,11,13,14,16)}。本試験の場合、稈+葉鞘中の炭水化物は穂揃期後も増加した。このため、本報では穂揃期後2週間目の稈+葉鞘中の炭水化物を貯蔵炭水化物として扱った。

第4図は、登熟係数と m² あたり粒数 (N)、貯

第4図 登熟係数と m² あたり粒数 (N)、貯蔵炭水化物量 (C)、および出穂後2週間目から成熟期にかけての乾物生産量 (ΔW) との関係。

*: 5% 水準で有意, **: 1% 水準で有意,

***: 0.1% 水準で有意。

第5図 登熟係数と炭水化物移行率〔 $\Delta E/(C+\Delta W)$ 〕との関係。

**：1%水準で有意。

蔵炭水化物量(C)，穂揃期後2週間目から成熟期にかけての乾物生産量(ΔW)との関係を示したものである。 ΔW のほとんどは穂へ移行するとみられるため、 $C+\Delta W$ は移行可能な炭水化物の供給量を表わすと考えられる¹⁴⁾。

Nは24,800～41,600の範囲にあり，変異係数は14.0%であった。Cは99.7 g/m²～216.9 g/m²(変異係数19.0%)， ΔW は189.7 g/m²～433.5 g/m²(変異係数23.1%)にわたった。登熟係数は，Nとは有意ではないが負の相関関係にあり，Cおよび ΔW とは有意な正の相関を示した。このように，登熟の良否には穂に移行し得る炭水化物の多寡とそれを受け取る粒数の多少が関係するとみられた。そこで，これを1粒あたりの炭水化物供給量〔 $(C+\Delta W)/N$ ，変異係数25.2%〕として登熟係数との関係を調べた結果， $r=0.85^{***}$ と相関関係はさらに強くなった。

翁ら¹⁴⁾は，穂重増加量を移行可能な炭水化物量で除した値を炭水化物の移行率とし，同化産物の穂への転流の難易を示す指標と考えた。本報でも，穂揃期後2週間目からの穂重増加量(ΔE)と $C+\Delta W$ との比〔 $\Delta E/(C+\Delta W)$ 〕を炭水化物の穂への移

行率とし，登熟係数との関係を調べた。第5図に示したように，両者の間には有意な正の相関が認められ，炭水化物の転流の良否が品種の登熟能力に関係することが示唆された。しかし， $\Delta E/(C+\Delta W)$ の変異係数は10.0%であり，粒数や炭水化物量ほど大きな品種間差は認められなかった。

5. 貯蔵炭水化物の収量に対する貢献

貯蔵炭水化物の収量に対する寄与率は，多くの場合30%前後と報告されている^{9,10,11)}。北海道の水稲ではその寄与率はより低いと指摘されている³⁾が，本試験でも穂揃期後2週目から成熟期にかけての稈+葉鞘中の炭水化物減少量と生産された玄米中の炭水化物量との比⁹⁾から，貯蔵炭水化物の寄与率を推定した。ただし，玄米中の炭水化物含有率は調査しなかったため，全品種とも85%とした^{9,13)}。寄与率は「北見赤毛1号」の34.5%がもっとも高く，最低は「農林33号」の12.6%であり，全品種の平均寄与率は23.3%であった。寄与率は出穂期(8月の日)と $r=0.82^{***}$ の相関を示し，早生種ほど収量の貯蔵炭水化物に依存する割合が低かった。

考 察

北海道網走地方では平年の初霜日が9月30日(北見農業試験場観測)と早く，わずかな出穂の遅れや早冷が登熟障害を招来して水稲の収量や品質に重大な影響を及ぼしている。このため，登熟性の向上は障害型耐冷性の強化とともにもっとも重要な育種目標のひとつとされてきた。

品種の登熟性は，早晚性に由来する登熟温度の差と品種の持つ登熟能力そのものの差によって評価される。本報では，出穂期後の積算日平均気温(積算登熟気温)によって登熟温度の差を表現した。また，積算登熟気温に対する稈実粒登熟歩合の推移が指数関数によく適合したため，その指数係数を「登熟係数」として品種の登熟能力を示す指標と考えた。

第2表 稈実粒登熟歩合と登熟係数および積算登熟気温との関係

出穂遅延 日 数	単相関係数		重回帰式	R	標準偏回帰係数比	
	$Y-X_1$	$Y-X_2$			X_1	X_2
0	0.782**	0.035	$Y=0.0468X_1+0.0397X_2+28.36$	0.954	63.5	36.5
10	0.535	0.386	$Y=0.0722X_1+0.0973X_2-37.63$	0.967	52.4	47.6
20	0.013	0.807***	$Y=0.0849X_1+0.2414X_2-143.8$	0.972	35.8	64.2

Y：稈実粒登熟歩合， X_1 ：登熟係数， X_2 ：積算登熟気温〔出穂期～9月30日(平年初霜日)]。

出穂遅延日数は，平年出穂期に対する遅延日数。

積算登熟気温は，平年観測値による。**：1%水準で有意，***：0.1%水準で有意。

第2表は、北見農業試験場における観測値を基に、平年並に出穂した場合、平年より10日遅れて出穂した場合および平年より20日遅れて出穂した場合を想定し、その時の各品種の出穂日から9月30日（平年初霜日）までの積算登熟気温と登熟係数が稔実収登熟歩合に及ぼす影響をみたものである。平年並に出穂した場合、早生種の「農林33号」や「きよかぜ」等では1,190°C、晩生種の「しおかり」、 「北見赤毛1号」等でも970°C前後の積算登熟気温が得られる。すなわち、いずれの品種も初霜までに1,000°C程度の積算登熟気温を確保することができる。このため積算登熟気温は登熟に強く影響せず、品種の登熟能力がもつぱら登熟を支配する。すなわち、稔実収登熟歩合は登熟係数とのみ有意な相関を示し、標準偏回帰係数から推定した登熟係数と積算登熟気温の相対的寄与率はほぼ2:1であった。10日程度出穂が遅れた場合は、登熟係数と積算登熟気温が同程度登熟を規制する。一方、1983年のように20日程度出穂が遅れると、晩生種で550°C、早生種でも770°C前後の積算登熟気温しか得られない。このため、登熟は積算登熟気温の影響を強く受け、登熟係数と積算登熟気温の標準偏回帰係数比はほぼ1:2で、平年並に出穂した場合と逆転する。

このように、出穂遅延が大きいほど積算登熟気温の影響が強く、早生種の有利性が高くなる。すなわち、品種の早生化は限られた登熟期の気象を利用するうえでもっとも有効な手段となるが、極端な早生化は障害型冷害の危険性を高め、収量的に不利な面も少なくない。また、出穂が20日以上も遅れることは網走地方でも稀であり、これまでの遅延型冷害年でも多くの場合出穂遅延は2週間以内にとどまっている。出穂が平年並～10日程度の遅れでは、品種の登熟能力が登熟の良否に強く影響する。従って、今後北限地帯において稲作の安定化をはかつていくためには、早生品種の耐冷多収化とともに品種の登熟能力向上が極めて重要になると考える。

北海道の水稻は、出穂期までの乾物生産量が少ない⁷⁾うえ、暖地とは異なり幼穂の分化後も分けつの発生が継続する。この傾向は北部の早生種地帯ほど顕著であり、網走地方では最高分けつ期がほとんど出穂期に一致し、有効茎歩合も100%に近い。本試験においても、第3図にみられるように穂揃期後も草丈は伸長し、稈+葉鞘乾物重は増加した。すなわち、穂揃期後2週間目頃までは稈と穂の生長が競合関係にあり、この間の乾物分配率は全品種を平均す

ると稈+葉鞘へ42.5%、穂へ61.5%であった。このように、当地方においては、出穂後もしばらくの間稈はSinkとして機能し、出穂開花後直ちに稈内炭水化物が穂に転流する^{1,9,10,11,13,14)}とされる暖地とは登熟過程における炭水化物の動態が異なると考えられた。そこで本報では、最高値を示した穂揃期後2週間目の稈+葉鞘中の炭水化物を貯蔵炭水化物とみなして検討をすすめた。

登熟の良否が穂に転流する炭水化物の量とそれを受容する粒数との相対関係によって支配されることは既に多くの報告によって指摘されている^{1,9,10,11,13,14,16,17)}。本試験においても、登熟係数は1粒あたりの炭水化物供給量および炭水化物の穂への移行率と密接な相関を示し、品種の登熟能力改善のためには1粒あたりの炭水化物供給量を増し、その穂への転流効率を高めることが必要と考えられた。このうち、1粒あたりの炭水化物供給量の品種間の変異幅は比較的広く、育種的可能性の高いことが示唆された。しかし、1粒あたりの炭水化物供給量を増すために粒数を減ずることは収量的に不利である。すなわち、最適粒数以下では登熟の良否にかかわらず収量は低下する¹³⁾ため、適正粒数の確保をはかりつつ全炭水化物生産量の増加によって1粒あたり炭水化物供給量の増加を考えるべきである。

登熟に利用される炭水化物は、登熟が始まるまでに稈+葉鞘中に蓄積された貯蔵炭水化物と登熟期に生産された光合成産物とに分けられる。当地方における水稻の収量に対する貯蔵炭水化物の寄与率は、20～25%程度で暖地の水稻より低いと考えられた。このため、炭水化物供給量を増すためには貯蔵炭水化物よりも出穂後の乾物生産に着目するのがより効果的とみられたが、貯蔵炭水化物の登熟に対する貢献を無視することはできない。貯蔵炭水化物は、出穂後の気象が不良な場合や穎花の同化産物吸引能力の向上、発育停止粒の発生抑制等にとって特に重要とされている^{11,13,14,15)}。従って、当地方のように登熟期の気象条件が厳しく発育停止粒の多発する環境にあっては、貯蔵炭水化物の持つ意義は一層大きいと思われる。

本試験における貯蔵炭水化物量は100～220 g/m²で、翁ら¹⁴⁾の報告にみられる暖地水稻の出穂期における貯蔵炭水化物量の約1/2であった。しかし、この時期の炭水化物含有率は、むしろ暖地の水稻より高い傾向にあった^{10,15)}。このため、炭水化物含有率よりも乾物生産の面から貯蔵炭水化物の増加をは

かるのが望ましいと考えられた。とくに、当地方の水稲は出穂期までの乾物生産量が著しく少ない⁷⁾ため、出穂期までの乾物生産をいかに確保するかが最大の課題となろう。

一方、炭水化物の転流にはより多くの要因が関係しているとみられる²⁾。なかでも、転流には植物ホルモンや酵素が強く影響すると指摘されている⁹⁾が、その品種間差を扱った報告は少ない。菊地ら⁴⁾は、北海道品種の米粉中のアミラーゼ活性に顕著な品種間差が存在することを認め、今後北海道において高登熟多収育種を展開していくためには、こういった生化学的あるいは分子生物学的手法によるでん粉合成系の遺伝的制御機構の解明が急務であろうと指摘した。

このように、転流には多数の要因が複雑に関与し、その品種間差の生じる機構はまだ十分解明されているとは言いがたい。さらに、品種間の変異幅も他の登熟形質より狭いとみられ、育種的に転流効率の大幅な向上を実現することは困難と予想される。このため、当面は1粒あたり炭水化物供給量の増加を通じ登熟の向上をはかっていくのが現実的と思われる。また、実際育種の場合ではより測定が簡単な形質に着目して選抜が行なわれる。従って、低温登熟性品種育成のための選抜指標の設定に際しては、形態的あるいは生態的特性が生理機能を通じて炭水化物の生産と登熟にどのように関わっていくかを知る必要があらう。

謝辞：本試験を遂行するにあたり、北見農業試験場水稲試験地前田博氏から多大な協力と指導をいただいた。同場土壌肥料科今野一男氏には炭水化物の定量をお願いしたうえ、多くの有益な助言をいただいた。ここに銘記して衷心よりの謝意を表する。

引用文献

1. 平岡博幸・寺島一男・西山岩男 1986. 多収水稲品種の生理生態的特性の解明. 9) 炭水化物の動態からみた多収性品種育成の目標形質. 日作紀 55 (別2): 17—18.
2. 北条良夫 1971. 光合成産物の転流. 日作紀 40: 549—563.
3. 石塚喜明・田中明 1953. 水稲の生育経過に関する研究. 第3報 各形態の窒素及炭水化物の消長. 土肥誌 23: 159—165.
4. 菊地治己・柳川忠男・新橋登 1986. 水稲米粉におけるアミログラム特性とアミラーゼ活性の関係. 日育・日作北海道談話会会報 26: 40.
5. 小高真一・阿部信行 1981. 水稲登熟気温の品種間差異について. 農業気象 37: 245—248.
6. 工藤啓一・佐々木信介 1972. 低温下における水稲の生育に関する研究. 第1報 登熟の品種間差異について. 日作東北支部会報 14: 25—26.
7. 楠谷彰人 1985. 北限地帯における水稲の生産生態に関する研究. 第1報 乾物生産過程の解析. 日作紀 54: 111—119.
8. ———・天野高久 1986. 水稲の低温登熟性に関する研究. 第1報 登熟の温度反応とその品種間差異. 日作紀 55: 314—320.
9. 松島省三 1957. 水稲収量の成立と予察に関する作物学的研究. 農技研報 A5: 1—271.
10. 村山登・吉野実・大島正男・塚原貞雄・川原崎裕司 1955. 水稲の生育に伴う炭水化物の集積過程に関する研究. 農技研報 B4: 123—166.
11. 曾我義雄・野崎倫夫 1957. 水稲における蓄積炭水化物の消長と登熟との関係. 日作紀 26: 105—108.
12. 角田公正・和田純二・佐藤亮一 1966. 水稲冷害の実験的研究. 第23報 低温登熟力の品種間差異とその機構. 日作紀 35: 265 (第142回講演会講演要旨).
13. 和田源七 1969. 水稲収量成立におよぼす窒素栄養の影響—とくに出穂期以後の窒素の重要性について. 農技研報 A16: 27—167.
14. 翁仁憲・武田友四郎・縣和一・箱山晋 1982. 水稲の子実生産に関する物質生産的研究. 第1報 出穂期前に貯蔵された炭水化物および出穂後の乾物生産が子実生産に及ぼす影響. 日作紀 51: 500—509.
15. ———・縣和一・武田友四郎 1986. ———. 第4報 出穂期における全炭水化物濃度の品種間差異. 日作紀 55: 201—207.
16. 八柳三郎・高橋鴻・村上利男・酒井英 1957. 低温下における水稲登熟機構の解析. 日作紀 26: 8—10.
17. ———・村上利男 1959. 低温下の登熟機構に関する研究. 東北農業研究 1: 41—42.
18. 吉原雅彦・高城哲男・白戸剛・大塚雍雄・堀江正樹 1978. 水稲の登熟推移の比較. 日作紀 47: 235—242.