



Title	トウモロコシの登熟に関する研究 : I. スイート種の子実水分含有率について
Author(s)	吉田, 稔; YOSHIDA, Minoru; 渡辺, 勝敏 他
Citation	北海道大学農学部農場研究報告, 21, 36-52
Issue Date	1979-03-20
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/13355
Type	departmental bulletin paper
File Information	21_p36-52.pdf



トウモロコシの登熟に関する研究

I. スイート種の子実水分含有率について

吉田 稔*・渡辺勝敏**

* 北海道大学農学部農学科

** 北海製缶詰研究所

緒 言

スイートコーンの絹糸抽出（以下抽糸）期以後における、子実の発達にともなう理化学的变化については、古くに Culpepper ら（1924）¹²⁾¹³⁾の基礎的で体系的な研究がある。その内容は抽糸後 30 日目までの穂重および子実重の増加、水分の連続的低下、還元糖の緩徐な減少、15 日目を頂とする非還元糖と全糖の単頂曲線の変化、でん粉の連続的増加、抽糸後 15～20 日目の適食期、子実熟度の親指検査、果皮の堅さの測器の考案ならびに成熟にともなう裂皮抵抗の増加などからなる。そして彼らは 72 の文献を引用しているから、この面の研究の古さと広さが知れる。その後もそれぞれ理化学的分野で多数の研究が累積され、近年はこれに関連して成熟期の判定あるいは推定を行い、収穫期の予測を可能にし、早晚性に関する育種の精度を高めようとする研究が多くある。そしてスイート種においてはこれらに附随して缶詰用としての適正収穫期の予測が最大の課題である。

成熟期を初めて定義したのは Aldrich（1943）²⁾で、子実が最大乾物重に達した最初の時期で、子実水分含有率が約 65% になるまで成熟に達しないと述べている。そして登熟期間は品種によって 9.5 日の差異があるとした。Show（1950, 51）⁴⁴⁾⁴⁵⁾は最大乾物期を今日用いられている生理的成熟と名付けた。そしてそれが約 50 日であるとした。登熟期間については古くに Alberts（1926）¹⁾がデント種は品種に無関係に 40 日目でデントするという、いわば一定説を提出した。このほか一定説としては、Hallauer ら（1961）²⁴⁾Hanway

（1963）²⁷⁾の 60 日説がある。Andrew ら（1956）⁴⁾は栽培条件ならびに年次変動を通じて、成熟の指標となるものは最大乾物重であることを支持した。この考えは Johnson ら（1972）³¹⁾にいたり、子実収量が乾物増加の期間と増加速度との函数であると論議されるようになった。

生理的成熟に関連して子実の組織形態学的研究がある。それらの多くは生理的成熟の指標として粒座斑あるいは黒色層 Black layer が用いられている。これは初め Johann（1935）³⁰⁾によって記述され、Kiesselbach ら（1952）³³⁾によってその構造と形成について明らかにされた。Daynard ら（1969）¹⁴⁾がその発達と成熟程度について研究し、成熟日数と子実重とから二次回帰によって成熟期を推定した。Carter ら（1973）⁸⁾は自殖系統の間に成熟期の差異を見出し、Sutton ら（1974）⁴⁸⁾はこれを一方で発展していた積算温度説と関連づけた。

積算温度あるいは有効積算温度によって成熟期を推定する研究も古い。Lana ら（1952）³⁵⁾は積算温度時間からスイート種の適食期を推定した。Gilmore ら（1958）²¹⁾は有効温度から成熟期を推定できるとし、Gunn ら（1965）²³⁾は有効温度に ED 説を提出し、成熟期に 45～70 日の変動があることを認め、Daynard ら（1971）¹⁵⁾は有効登熟期 EFPD（収量/平均乾物増加速度）を提唱した。Sutton ら（1974）⁴⁸⁾は黒色層の水分が 22.6～32.9% に変異し、雑種の成熟速度と黒色層期までの積算温度との関係に強い疑問をもった。Bunting（1976）⁷⁾は抽糸後子実乾物率 40% 期までの有効積算温度が 255°C であると結論した。

子実水分の低下速度を扱ったものとしては Appleman (1923)⁵⁾が水分含有率による適食期の推定を初めて提唱し、Culpepperら(1924)¹²⁾によって広く試験されて以来、最も確実な直接法として用いられてきた。しかしこれも環境条件と材料によって変動し、Miles (1958)³⁸⁾は子実水分26%をもって成熟期とし、Craneら(1959)¹⁰⁾は水分低下が果皮透過性の強いほど早いとし、Troyerら(1971)⁵¹⁾は水分低下速度の差異が苞葉の構造に関係するとし、Hillsonら(1965)²⁸⁾は水分低下速度が単交配雑種間で有意な差があり、生理的成熟の乾物95%期は53~61日に変異する結果をえた。これらは前記の遺伝的に一元的であるとする説に対し、水分生理の上から変動するという説である。

このほか古くから品種の早晩性が成熟期間と密接に関係するという説がある。Smith (1935)⁴⁷⁾は自殖系統間に成熟期の差異があることを認め、Ratherら(1940)⁴²⁾は発芽期から成熟期までの日数が品種を類型化する要因として信頼性が低く、それは年次と地域によって変動すると論じた。Dessureaux (1948)¹⁸⁾は4系統で成熟期間に4日の差異があり、早生種は急速に成熟すると記述した。VanEynatten (1957)⁵³⁾とMohamed (1959)³⁹⁾も同様な結果をえ、Giesbrecht (1960)²²⁾は抽糸まで日数から成熟期間を推定した。そしてChase (1964)⁹⁾は抽糸がおそく水分低下の早いものは、抽糸が早く乾燥のおそいものより多収であったという。

以上のほかに糖、デキストリンおよびでん粉などの化学成分変化に関する研究も多数にのぼるが、本研究に直接的関係がないため割愛する。

今日のスイート種はほとんどが交雑種であり、高収量で成熟は均様であるから加工用に好適である。しかし高品質の製品をえるには高い精度の熟度判定が必要である。熟度測定には、(1)肉視検査、(2)水分、(3)果皮の硬さと量、(4)全可溶性固形分、(5)不溶性多糖類、(6)果汁および(7)比重による測定法がある。かつては肉視検査とくに親指の爪による検査が一般的であったがこれは個人差が大きい。水分含量がこれまで最

も信頼される指標となってきた。子実水分測定器も開発されたが、普及するほど軽便迅速なものではなかった。特殊な屈折計を用いた全可溶性固形分の測定法もあるが、特殊な屈折計を必要とする。Desrosierら(1958)¹⁷⁾はスイート種の熟度判定に水分と果皮の含量を用いた関係式を提唱した。Kramerら(1962)³⁴⁾はスイート種の熟度判定に水分含量、果皮含量および穀粒の大きさを組合わせた三元試験法を開発した。Twiggら(1956)⁵²⁾はアルコール不溶性固形分と果皮の含量ならびに子実の大きさを組合わせた三元試験法を開発した。これは精度が高いが時間がかかりすぎた。Weiら(1967)⁵⁴⁾は二つの迅速試験法を提案した。その一つは子実をつぶし二層のチーズクロス中で圧搾し、汁液の密度を50ml比重瓶で測定する。他の一つはでん粉を去除いた後屈折計で可溶性固形分を測定する。

これらを総括すると、熟性、生理的成熟、粒座斑、積算温度、乾物最大期、水分含有率ならびに固形分あるいは果皮の含有率のすべてが成熟程度の推定に利用できるが、それぞれ多様な結果が提示され、正確を期すには自らその地域と材料の情報をえるほかはない。

今日のスイートコーンの消費は急速に伸び、食品の多様化とともに加工用も著しい発達をみると思われる。北海製缶缶詰研究所では以前から主要品種における抽糸後水分含有率の推移を決定し、適食期の判定に寄与してきたが、同一品種にもかかわらず年次間変動が著しいという経験に基き、この面の基礎研究を計画し、いくつかの知見をえたので報告する。

材料と方法

1. 試験場所 北海道大学農学部附属農場精密圃場(札幌)および北海製缶缶詰研究所(石狩)。
2. 供試品種 表1に供試品種の播種から抽糸まで日数および粒列数を示した。
3. 播種期 1976年5月13日(札幌)および同年5月17日(石狩)。
4. 栽植密度 畦巾75cm, 株間30cm。
5. 施肥 10アール当りN 8.0kg, P₂O₅ 8.0

Table 1. Varietal characteristics

Variety	Row Number		Days from planting to silking	
	Sapporo	Ishikari	Sapporo	Ishikari
Golden Beauty	12.6	12.3	74.7	77.7
72-1707	14.2	14.2	72.4	77.5
Queen Anne	12.0	12.7	76.7	81.6
Mellogold	15.1	14.6	78.7	83.2
E. 4230	—	17.6	—	83.7
Exp. 2580	19.0	18.5	78.8	84.9
69-1656	—	16.8	—	85.0
Goldie	—	19.6	—	86.9
Jubilee	18.8	17.6	85.1	87.8
Golden Cross Bantam	12.0	12.2	85.5	90.2
Golden Shipper	14.0	13.5	86.6	90.0
Golden Charm	21.6	20.9	83.5	91.4
Stylepak	—	18.4	—	94.1
Commander	—	18.8	—	95.1

Date of planting: May 15.
 Density of planting: 444 per a (75cm×30cm)
 E: Early, M: Intermediate, L: Late, EL: Extremely Late.

kg, K₂O 8.0 kg 全量基肥播溝施用。

6. 区制 1区5畦, 1畦45株, 3反復乱塊法。

7. 調査 全個体の抽糸期を決定, 抽糸後5日間隔で1区4個体について, 穂長, 穂径, 粒列数および1列粒数の調査, 苞葉, 穂柄, 穂芯および子実の部位別に生重と乾物重を測定した。試料は9時から10時の間に採取し区ごとに順次解体, 生重測定後直ちに80°C強制通風乾燥器で72時間乾燥し乾物重を測定した。

結果と考察

1. 気象概況 1976年の当圃場における半旬平均気温, 半旬降水量および1946~1975年の30年間平均値による半旬平均気温を図1に示した。播種期に土壤水分が不足したばかりでなく, その後5月末まで降雨がなく発芽はやや不良で, 初期生育は順調でなかった。6月は土壤水分も十分となり気温も平年並に経過し, 生育も順調となったが, 7月はやや降雨が少なかったため草丈と稈長は平年に比しやや低く, 生育の不揃いもやや認められ

た。当年度の北海道の稲作は冷害を受けた。それはこれまでに例の少い8月における低温が原因であった。そして7月中に出穂期を迎えた水田は平年作となり, 8月に入って出穂し始めた水田は出穂遅延から大なり小なり冷害となった。このような条件で7月下旬から8月に抽糸期を迎えたスイート種は, 登熟が比較的緩徐にすすみ, 適食期間が長く, 乾物収量も比較的高いという好結果となった。

2. 抽糸期 抽糸期は一般に平均抽糸期をもって示し, 平均抽糸期は50%抽糸期をあてる。本試験では全個体の抽糸期を決定し, 抽糸期を同じくする個体を同時に採取する必要がある。そして抽糸の早過ぎる個体およびおそ過ぎる個体のいずれも部分的不受精の危険があり, 最盛期の個体を用いる必要がある。それで明らかになったことは抽糸最盛期以後に予想以上の長期にわたって多数個体が抽糸することである。図2に当農場における9品種の抽糸期分布を示した。いずれの品種においても明らかな単頂分布を示したが頂までに約

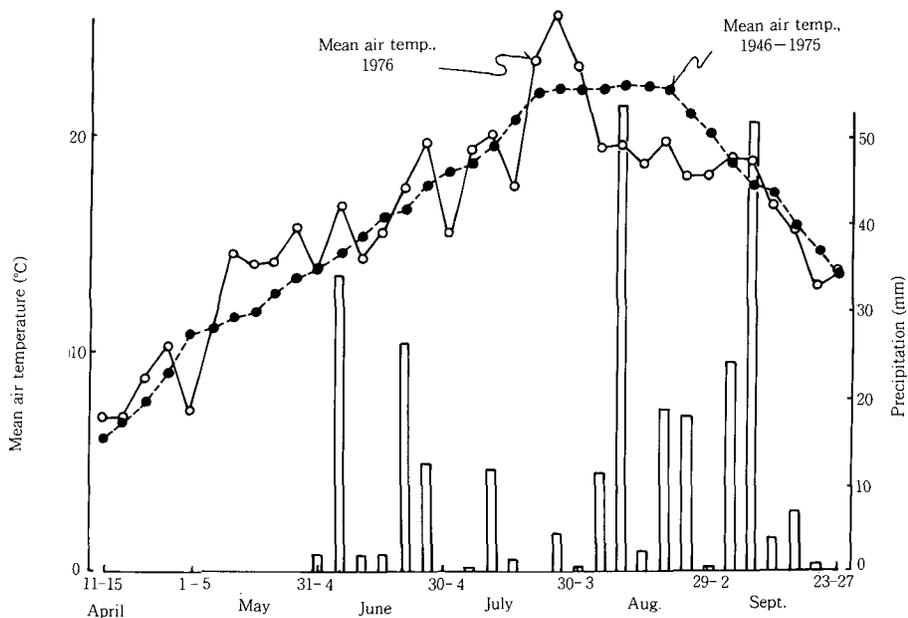


Fig. 1. Mean air temperature and precipitation.

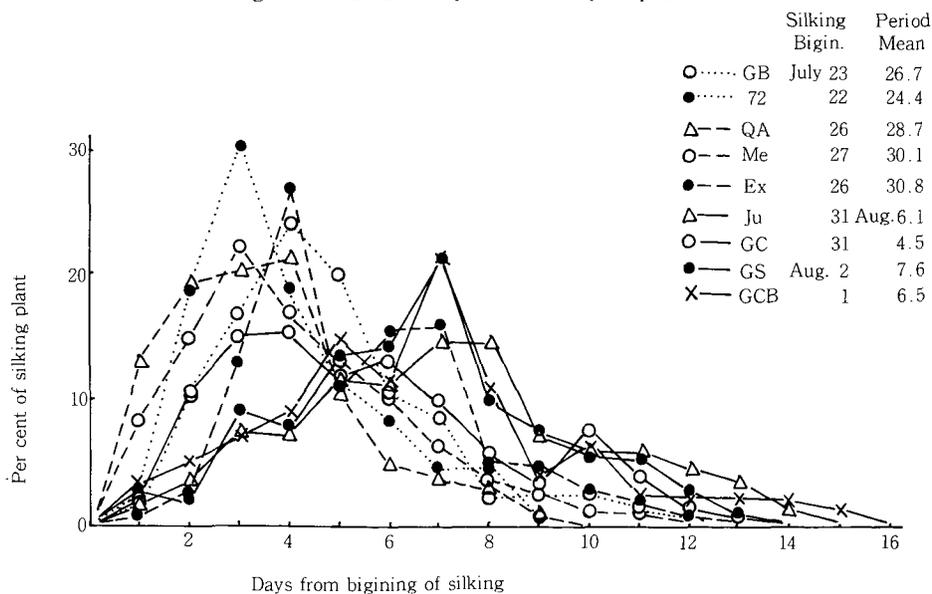


Fig. 2. Silking distribution.

50%の個体が抽糸するものの、それ以後1週間あるいはそれ以上にわたって抽糸を続ける。また頂までの期間は図内に示した抽糸始期と平均抽糸期から知れるように、晩生品種が早生品種に比較して遅れ、そして頂以後の抽糸期間も長い傾向が認められた。

3. 穂長 穂長の推移は図3に示した。いずれの

品種も抽糸後10日目まで急速に伸長し、早生2品種 Golden Beauty (GB と略記) と 72-1707 (72 と略記) および中生3品種 Queen Anne (以下QA), Mellogold (以下 Me) と Exp. 2580 (以下 Ex) は10日目ではほぼ最大値に達し、その他の晩生品種 Jubilee (以下 Ju), Golden Shipper (GS), Golden Cross Bantam (GCB) および Golden Charm (GC)

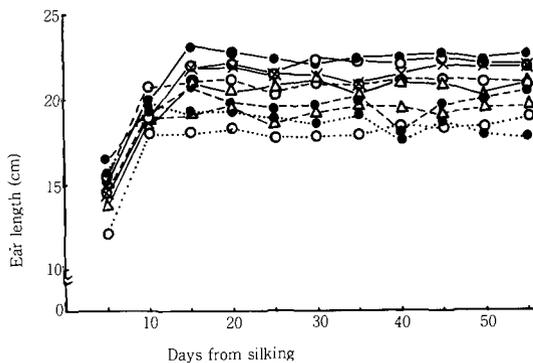


Fig. 3. Changes of ear length. Symbols are the same with Fig. 2.

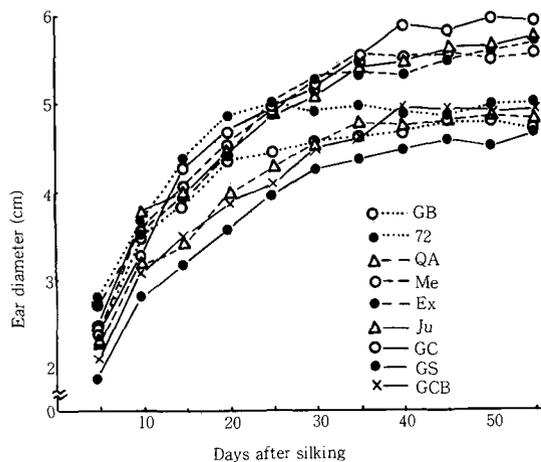


Fig. 4. Changes of ear diameter.

は15日目に最大値に達した。そして早生、中生および晩生の順に穂長が大となった。また抽糸後5日目の穂長はGBがとくに短い、早生が必ずしも小ではなく、72は5日目の穂長が最大である。しかし晩生品種は概して発達がよく、とくに10日目から15日目間の生長量が最終穂長に強く関与している様相を呈する。

4. 穂径 図4にみるとおり全品種が漸近線的に推移する。抽糸後10日目までは早生2品種の発達が他品種に比較して良く、抽糸後20日目に最大値に達した。他の中生および晩生品種は抽糸後35日目まで明らかな増加を続けた。穂径は品種特性の一つであり供試材料のうち中生品種のMeとExならびに晩生品種のJuとGCは比較的大な群、他

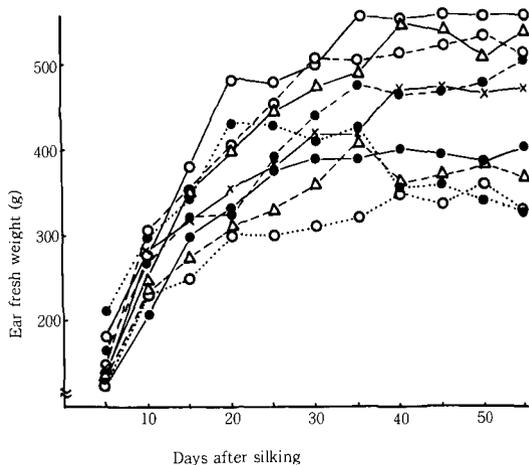


Fig. 5-a. Changes of ear fresh weight per plant. Symbols are the same with Fig. 2.

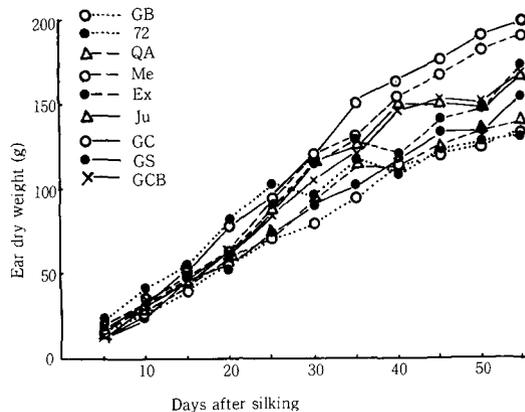


Fig. 5-b. Changes of ear dry weight per plant.

は比較的小な群であり、これらの特性は抽糸後5日目にして明らかに表現され、さらに前述した早生品種が早期に決定する特徴を示した。

5. 全雌穂重 全雌穂重の推移を図5-aに示した。いずれの品種も漸近線的に推移した。抽糸後5日目にすでに有意な品種間差異があり、72とGCが他に比し大で、その後品種間差異はしだいに大となった。早生2品種は抽糸後20日目にほぼ最大値に達したが、中生3品種は抽糸後35日目に最大となり、晩生品種は抽糸後40日目あるいはそれ以後に最大値になった。晩生品種のうち粒列の比較的小いGCBとGSは抽糸後30日目で最大値近い値となり、その後の増加は少く、粒列の多い晩生品種Ju、GCと中生品種Meは抽糸後15日目

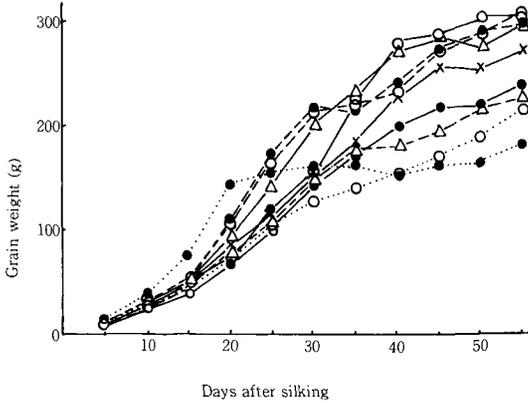


Fig. 6-a. Changes of grain weight per plant. Symbols are the same with Fig. 5.

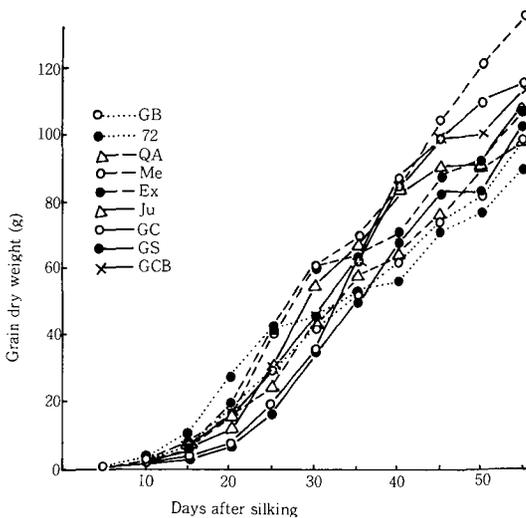


Fig. 6-b. Changes of grain dry weight per plant.

までの急速な増加によって他品種にまさり、その後の増加量も大でとくに高い値に達した。このように雌穂重は早晚性と関係があるばかりでなく粒列数によっても支配される傾向を示した。

雌穂乾物重(図5-b)は生重と異なり、72を除く全品種で抽糸後55日目までほとんど直線的に増加した。早生で多列品種の72は抽糸後25日目までとくに高いが、その後の増加程度は小で折曲れ線的推移を示し、最終的に初期から低かった早生少列品種GBと同じ値となった。これは基本的に本葉数が少く光合成量の少い早生種のうち、多列であることが蓄積速度を早めたと考えられる。晩生品種GCと中生多列品種Meは初期に低

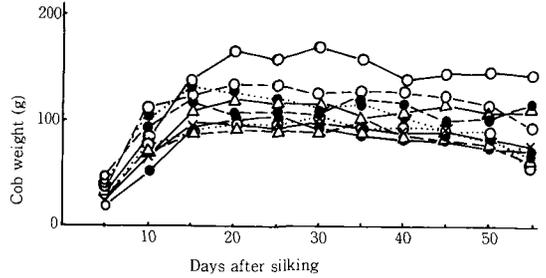


Fig. 7. Changes of cob fresh weight per plant. Symbols are the same with Fig. 5.

いが15日目以後の増加速度が大でとくに高い値に達した。このような品種間差異はあるが、生重に比し概して類似するから、生重の場合の20日目以後に次第に拡大した大きな品種間差異は水分量によるものである。

6. 子実重 図6に子実生重の推移を示したが、一般にS字曲線的である。抽糸後5日目から早生品種72だけが有意に高く、それは抽糸後20日まで続いた。その後72は25日目以後の増加量が少く40日目以後に他品種より劣った。72を除く品種は抽糸後15日目まで大差ないが、20日目には明らかな品種間差異が認められ、早生および中生品種が晩生品種にまさった。25日目には早生品種GBの増加程度が小となり、35日目以後には多列品種がほぼ直線に近い増加程度によって高い値に達し、残る少列品種はそれらの中間を示した。

子実乾物重は抽糸後15日目までの増加程度が小で、その後急速で直線的な増加を示した。早生品種72は前項の場合と同様25日目まで他品種に比し高いが、その後の増加程度が低く、55日目には最低値となった。GBもこれに近似する経過であった。晩生品種はいずれも20日目まで増加程度が小さいが、その後は早生品種にまさった。中生品種QAとExもおよそこれに準じたが、Meは後期の増加量が大きくなり55日目には全品種中最高値に達した。抽糸後35日目以後における全雌穂乾物重はこの子実乾物重に強く支配されていることがわかる。

7. 芯生重 芯生重はすでに抽糸後5日目で明らかな品種間差異があり、多列品種で高く15日目まで急速に増加し、その後35日目までほとんど変動

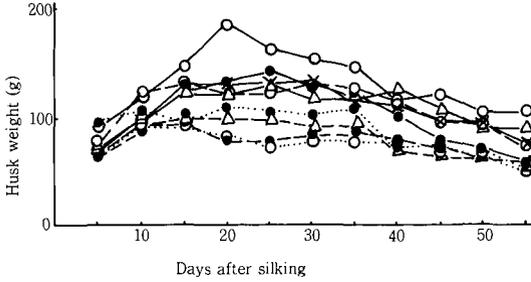


Fig. 8. Changes of husk fresh weight per plant ; symbols are the same with Fig. 5.

がなく、その後やや減少する推移を示した(図7)。晩生の多列品種GCは抽糸後5日目に、供試品種中では小な方であったが、15日目までの生長がいちじるしく全品種中最大となり、中生品種であるが同じく多列なMeでこれにつぐ生長が認められた。早生2品種ならびに少列品種では35日目以降の減少が比較的大であった。これは後にも触れるが、少列品種における水分損失度が早く、多列品種はおそくまで芯に水分を保持しているという特徴を表わしている。乾物重はとくに図示しないが、生重とやや異なりおよそ抽糸後35日目まではほぼ直線的に増加し続け、その後ほぼ一定の値をとる傾向がある。これを生重と対比するとき、生重が最大値となる抽糸後15日目以後に消失した水分と等量の乾物が集積したことを示す。この点で晩生多列品種GCは最も多くの同化産物を芯の構成材料に消費し、同じ多列ながら早生の72はそれが最も少い。したがって子実と芯の比率を検討する必要がある。

8. 苞葉重 苞葉は図8にみるように雌穂内各部位のうち最も早く最大値に達する。他部位と同様抽糸後5日目に品種間差異が表われ、早生の72と晩生のGCが他品種に比し有意に大であった。これは品種特性といってもよい。早生および中生の5品種は抽糸後10日目に最大値となり、これに反し晩生4品種は15~25日目の間に最大値となった。最大値以後はすでに述べた雌穂内各部位と異なり、次第に低下した。乾物重(図省略)も類似した推移をとるが、最大値の水準が高い品種ほど成熟にともなう減少量が大で、生重と対比するとき水分が最大量に達した直後に消失し続けること

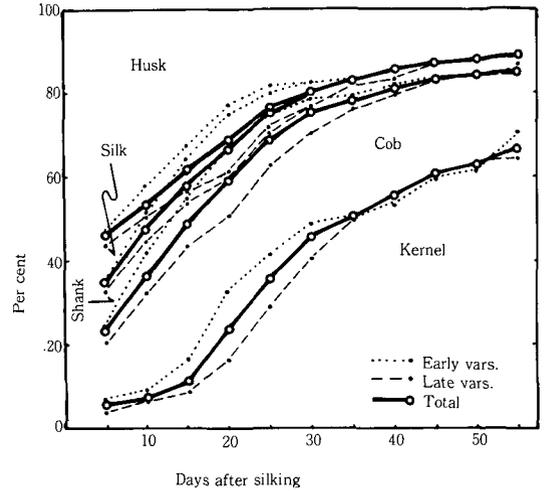


Fig. 9. Changes on percentages of each parts within the ear (dry weight base).

ばかりでなく、炭水化物が子実へ移行したことを示唆する。

以上のほかに雌穂内部位として穂柄と絹糸がある。しかしそれらは全体に占める割合が少なく、著しい変動もなく、さらに品種間差異も顕著なものはない。これらの概況は次項の百分比の推移で述べる。

9. 雌穂内部位別百分比の推移 上述した雌穂内各部位が全雌穂重に占める割合の推移を生重および乾物重基礎で検討したが、概して品種間差異が小で、スイート種として一元的に説明し得るものであった。ここには乾物基礎のものだけを図9にかかげた。図中には全品種平均値のほかに早生品種の平均値と晩生4品種平均値もあわせて図示した。抽糸後5日目には約50%が苞葉で占められ、ついで芯、穂柄、絹糸および子実の順であった。その後子実が急速に増加し、芯と穂柄は大きな変動がなく、苞葉と絹糸が減少した。55日目には子実が約60%を占め、ついで初期と同様に芯が約20%を占め、苞葉は著しく減少して20%以下となった。子実水分含有率を問題にする場合は、雌穂内にある水分量が重要な役割をはたすから、ここに示された芯の安定して比較的高い割合は無視できないと考えられる。早生品種は抽糸後30日目までの子実発達が比較的良好で、苞葉は比較的少く、

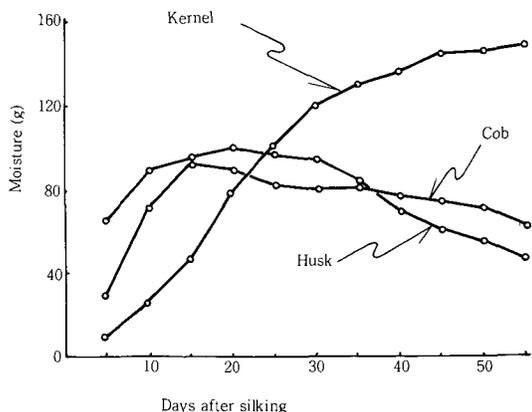


Fig. 10. Changes on the moisture of each parts within a ear (means of nine vars.).

この時期以後は逆に比較的劣り、晩生種はこの反対の傾向にある。これは早生品種が子実の成熟を急ぐ型であり、晩生品種は登熟の初期に同化産物を子実形成によりはむしろその容器（芯ならびに苞葉）形成に消費する型であるといえる。

10. 部位別水分量 図 10 に部位別水分量の推移を 9 品種平均値で示した。子実中の水分量は抽糸後 25 日目まで急速に増加し、その後も増加を続けるが増加程度はしだいに低下した。そして図示していないが早生品種 72 において抽糸後 20 日目に最大となり、その後は前述のように生重と乾物重の両者とも増加したにもかかわらず水分量は減少し、禾穀類に一般的な成熟の過程を辿ったが、他の品種は少なくとも 40 日目まで増加を続けた。とくに GC, Ju, Ex および Me など多列品種では急速な増加が認められ、これらでは登熟の後期まで雌穂への水分補給が行われることを示した。これに対して芯と苞葉における水分量は、抽糸後 15 日目または 20 日目に最大値となり、その後直線的に減少した。苞葉における減少程度は芯に比較してやや大であった。晩生多列品種 GC は抽糸後 20 日目における芯および苞葉の最大値が他品種に比し著しく大であったほかは両部位の水分量における品種の関連は明らかでなく、それぞれ品種の特徴を示すものと考えられる。

11. 雌穂水分含有率 図 11 に雌穂全体の水分含有率の推移を示した。抽糸後のいずれの時期も品種

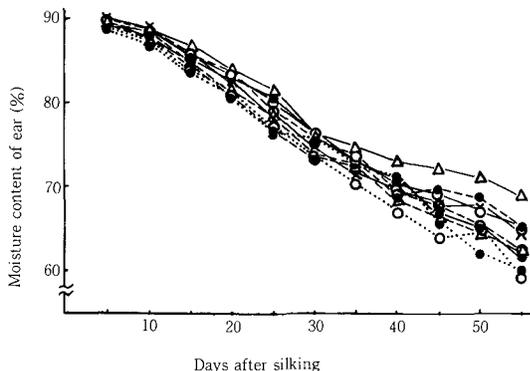


Fig. 11. Changes of ear moisture content; symbols are the same with Fig. 5.

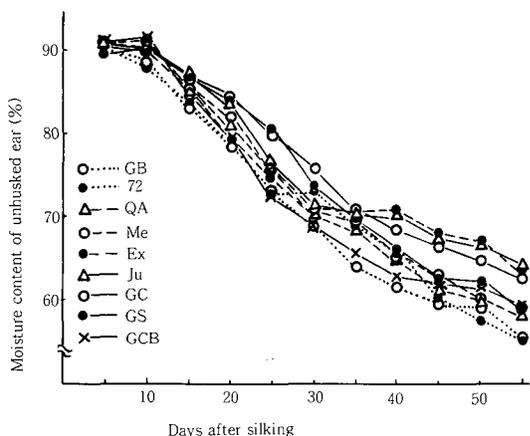


Fig. 12. Changes on moisture content of unhusked ear.

間に有意差がなく、しかも直線的に低下した。既述の各部位における重量の大きな品種間差異にもかかわらず、単純で一元的に示されたことはこれをスイートコーンの基本的特徴として把握しうるもの、あるいは今日の品種がほとんど交雑種で比較的狭い遺伝子給源であることを示唆している。なお詳細にみると抽糸直後に品種間差異がとくに小で、その後次第に差が広がり、早生 2 品種の低下程度が比較的大で、晩生品種の Ju の低下程度が小さい。

12. 剥皮雌穂水分含有率 雌穂から苞葉を除いた剥皮雌穂の水分含有率(図 12)は、前項と異なり抽糸後 10 日目に早生 2 品種は低下しはじめたが、他の品種は抽糸後 5 日目とほとんど変化ないかまたはやや上昇した。このように 10 日目から品種間差

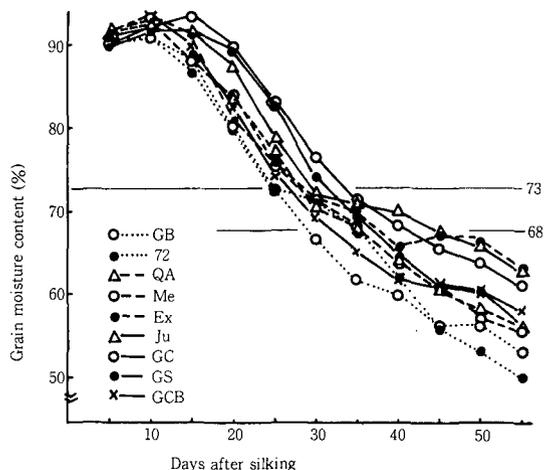


Fig. 13-a. Changes of grain moisture content

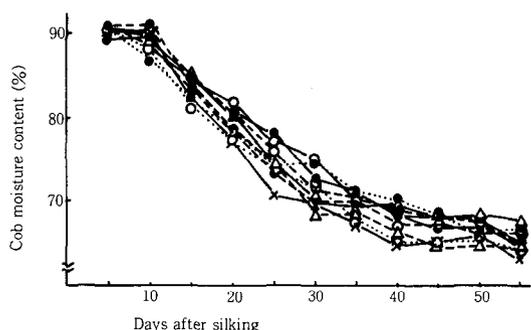


Fig. 13-b. Changes of cob moisture content ; symbols are the same with Fig. 13-a.

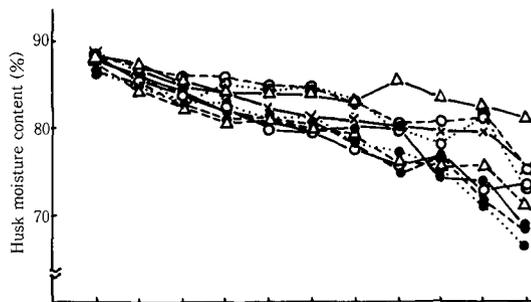


Fig. 13-c. Changes of husk moisture content.



Fig. 13-b. Changes of shank moisture content.

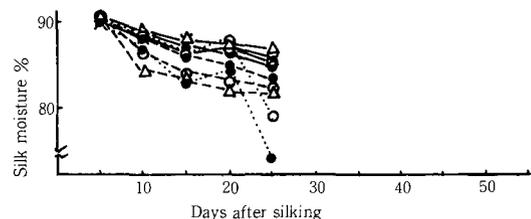


Fig. 13-e. Changes of silk moisture content, symbols are same with Fig. 13-a.

異が表われ、その後も差を拡大しながら急速に低下し、35日目からはEx, JuおよびGCの多列品種の低下程度が小となり、他は継続的な低下を示した。したがって9品種の平均値では逆S字型の傾向が認められた。これらは苞葉の水分発散に果たす大きな役割を示唆している。

13. 部位別水分含有率 子実水分含有率は図13-aに示したようである。前項の傾向とさらに異なり、5日目から10日目の間にいずれの品種もやや上昇し、その後15日目に多列品種のGCとJuはさらに上昇したほかは低下し、品種間差異が明らかとなり、早生2品種の低下が早く、15日目の値はほぼ早晩性の順に配列した。15日目から30日目までは全品種ほぼ直線的かつ平行的に低下し、その後はいずれの品種も大なり小なり低下速度が緩徐となり、多列品種のGC, JuおよびExがとく

に低下速度が小となるため、品種間差異は一層拡大された。適食期の水分68~73%の期間は、早生品種が25日目からであるが、GBは30日目で適食期を過ぎるのに反し、同じ早生種で多列な72は35日目までと長かった。一方晩生品種のうち少列品種のGCBはほぼ25日目から10日以内で適食期を過ぎたが、多列品種GCは30日目を過ぎてから40日目を過ぎるまで適食期であり、Juの場合は30日目から45日目までの長い適食期間であった。このように子実水分低下程度とこれに密接な適食期間は、登熟の初期に早晩性、中期以後に粒列数が強く関与している。幸にして本年は登熟が緩徐にすすんだ年で、一つの基準年と考えられるので、水分含有率の明らかな低下の始まる抽糸後15日目から55日目までの値を用い、その漸近線的な傾向を品種ごとに曲線回帰式で表わした。そ

Table 2. Suitable processing period during 73 to 68% of grain moisture content and the presumptive quadratic regression equations *

Variety	Quadratic regression equation	Correlation coefficient	Suitable processing period (days)
Golden Beauty	$Y = 254.47 - 5.408 X + 0.0307 X^2$	0.990	5.4
72-1707	$Y = 136.86 - 1.985 X + 0.0066 X^2$	0.994	5.3
Queen Anne	$Y = 242.41 - 4.726 X + 0.0245 X^2$	0.997	6.3
Meilogold	$Y = 190.66 - 3.376 X + 0.0158 X^2$	0.988	5.7
Exp. 2580	$Y = 489.23 - 10.708 X + 0.0604 X^2$	0.961	10.9
Jubilee	$Y = 432.11 - 9.171 X + 0.0506 X^2$	0.986	10.2
Golden Charm	$Y = 267.39 - 5.031 X + 0.0252 X^2$	0.994	7.4
Golden Shipper	$Y = 198.79 - 3.502 X + 0.0166 X^2$	0.992	5.8
Golden Cross Bantam	$Y = 342.76 - 7.491 X + 0.0430 X^2$	0.985	7.1

* Utilized the data at Sapporo.

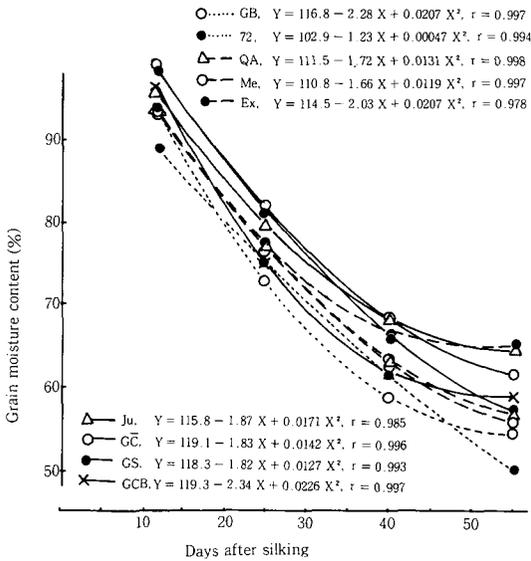


Fig. 14. Quadratic regression lines of grain moisture content.

れが図 14 である。図中に付記した相関係数は直線式あるいは二本の直線式より高い。また同様にして適食期間を求めたのが表 2 である。相関係数は全て極めて高く、登熟の経過は子実水分あるいは乾物含有率からみて生長曲線的である。Rawson ら (1971) ⁴¹⁾ は春小麦の登熟期間における子実生長速度に二次式 $Y = a + bt + ct^2$ を用い t_m の時期の生長率を $r(t_m) = b + 2ctm$ で推定したが、8 品種のそれらは最終収量と $r = 0.84$ の高い相関があることを見出した。このように二次式のあ

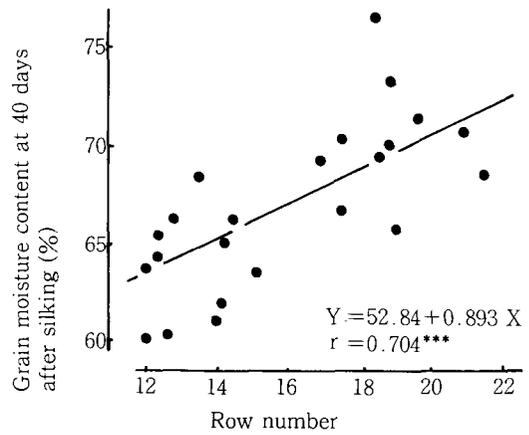


Fig. 15. Correlation between row number and grain moisture content at 40 days after silking.

てはめが成熟期とか適食期の推定に適確な資料となろう。

適食期間を表 1 の粒列数と対比すると多列品種が比較的長い。抽糸後 15 日目において早晚性が子実水分含有率に強く結びついていることと、適食期間に粒列数が関与していることを詳細にするため、抽糸後日数ごとに相関係数を算出すると表 3 のようになる。子実水分含有率と粒列数との間は、抽糸後 10 日目まで関連がなく、15 日目以後に有意な相関関係があり、その後相関係数は次第に高くなり、35 日目から 45 日目の間では 0.1% 水準で有意となる。抽糸後 40 日目における粒列数と子実水分含有率との相関図が図 15 である。一方子実水

Table 3. Correlations among grain moisture percentage, row number, and days from planting to silking.

	Row number			Days from planting to silking		
	Sapporo	Ishikari	Total	Sapporo	Ishikari	Total
5	-0.097	0.195	0.155	-0.126	0.038	0.319
10	0.292	0.436	0.376	0.437	0.563*	0.623**
15	0.718*	0.545*	0.636**	0.813**	0.817**	0.807***
20	0.468	0.682**	0.566**	0.754*	0.717**	0.760***
25	0.541	0.674**	0.611**	0.688*	0.686**	0.710***
30	0.678*	0.634*	0.628**	0.486	0.657*	0.718***
35	0.762*	0.743**	0.702***	0.446	0.593*	0.706***
40	0.812**	0.752**	0.704***	0.586	0.677**	0.795***
45	0.765*	0.737**	0.696***	0.610	0.595*	0.773***
50	0.710*			0.637		
55	0.700*			0.632		

Correlation between row number and days from planting to silking = 0.344 n.s.

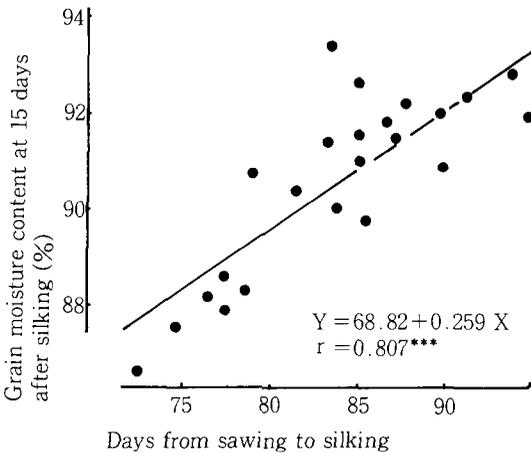


Fig. 16. Correlation between days from sowing to silking and grain moisture content at 15 days after silking.

分と早晚性すなわち播種後抽糸まで日数との間では、5日目を除き、10日目に1%水準、15日目以後は0.1%水準の高い相関関係があり、とくに15日目がもっとも高い。図16に抽糸まで日数と抽糸後15日目水分との相関図を示した。このように子実水分は粒数と早晚性の両特性が強く関与し、しかも関与する時期を異にし、登熟の初期に早晚性が支配要因となり、早生品種の子実形成を急ぐ特性が表われ、雌穂の発進が進んだ段階で子実の割合が高くなると、多列であることが水分を取

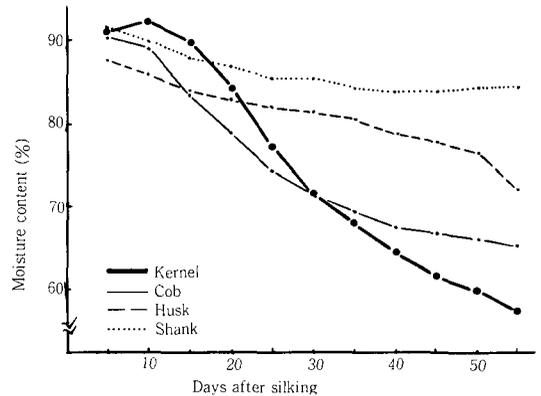


Fig. 17. Changes on moisture content at each parts within the ear, indicating with mean values of nine varieties.

入れ保有する特性を表わす。

子実以外の各部位における水分含有率の推移については図17に9品種平均値で示した。芯の水分は子実の場合に類似するが、30日目までは子実に先んじて低下し、30日目以後は低下程度が緩徐となり、長期間にわたり多量の水分を保持する働きをもつといえよう。子実と芯のやや急速な低下に対し、穂柄と苞葉の水分含有率はかなり長期間にわたって大きな変動がなく高い水準を維持した。とくに穂柄は55日目まで80%以下になることはなく、同化産物の転流活性保持に好都合となっている。また苞葉は前述のように生重および乾物重

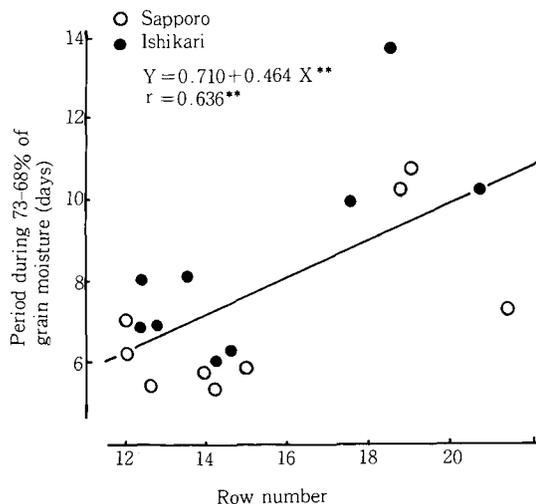


Fig. 18. Correlation between row number and periods during from 73% to 68% of grain moisture content.

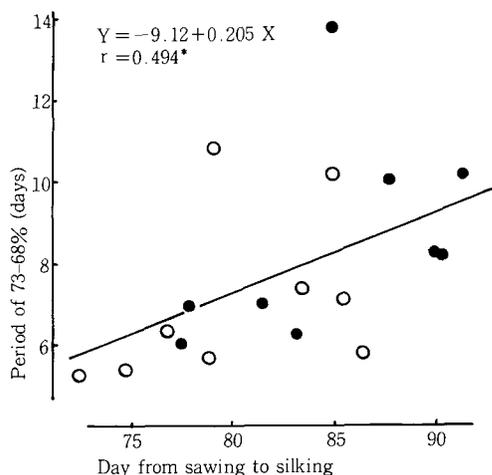


Fig. 19. Correlation between days from sawing to silking and periods during from 73% to 68% of grain moisture content.

ともに20日目を頂として次第に減少したことから対比すると、子実水分の変化にある程度の影響があることと、30日目以後に同化産物が子実へ転流している可能性のあることを表わす。

これらの部位は子実に比較して品種間差異が小さい。とくに芯は有意な品種間差異がなく、穂柄および絹糸がこれにつぐ。苞葉は30日目以後にやや品種間差異が認められ、Juが高い水分含有率を保持し、72は比較的低下が早い、これらは早晩性とか粒列数と関係がない(図省略)。

子実水分含有率73%から68%までの適食期間は表3から類推されるように、抽糸まで日数および粒列数と密接な関係を有する。図18は粒列数と適食期間との関係を示したが、両者には1%で有意な相関関係がある。適食期は本年の場合早生品種で抽糸後25日以後であり、晩生品種では35日以後に及ぶ。この時期になると粒列が少なくて水分を保持する芯ならびに苞葉の容量が小さい品種では、継続的に水分が低下するのに反し、多列で芯と苞葉の容量も大な品種では、水分低下は停滞する。それが高い子実収量に結びつくと考えられる。図19は抽糸まで日数すなわち早晩性と適食期間との関係を示したものであるが、これも有意な相関があり、すでに述べた抽糸直後の早晩性の影響

はこの時期まで及んでいる。そして抽糸後適食期にいたるまでの期間が長い品種は適食期が長く、たとえば抽糸後子実水分70%期までの日数と適食期間との間には $r=0.813$ 、1%水準で有意の関係がある。これらは前述のように子実水分低下速度を含めた登熟作用が基本的に早晩性によって左右され、早生種は子実形式を急ぎ晩生種は子実以外の部位の発達がよく多くの水分を保有し、完熟種子を生産するのに長期間を必要とするといえる。

論 議

供試全個体の抽糸期を調査して明らかになったことは、本年の気象条件による影響を考慮に入れても、極めて個体変動が大なることである。この点については品種の早晩性その他諸形質に無関係で、いずれも10日以上、長いもので16日にわたって抽糸した。早生品種は抽糸始期後2～5日に集中的で、晩生品種は4～8日の間に集中している傾向を示したが、これは熟性の早いものほど初期生育が比較的揃っていることを意味している。この点を含めて個体変動が何に起因するかについて別の機会に述べる。

受精時の雌穂長は品種に関係なく5～7cm程度

であり、絹糸は基部で発達がよく頂部はいまだ分化途上にあり、基部から頂部に向って順次抽出受粉することはすでに報告した(吉田, 1977)⁵⁵⁾。また Tollenaar ら(1978)⁴⁹⁾は穂の先端の子実は基部のものに比較して発達が4~5日おけると述べている。雌穂長が最大値に達する時期は品種によって異なり、早生品種は抽糸後10日目、晩生品種は15日目である。また芯生重および苞葉生重も早生品種で10日目晩生品種で15~20日目で最大期となり、いずれもその後一定値を保つかないしはやや減少する。このような品種間差異は早生品種において同化産物の子実への分配率が高く、子実形成を急ぐという特性によるもので、晩生種の場合は生殖生長期間の栄養生長性が強く、同化産物の雌穂内の子実以外の部位への分配量が多いものと考えられる。この点で早晩性すなわち抽糸まで日数と雌穂重あるいは雌穂内各部位間の比との相関関係を、北海製缶詰研究所で保存する42品種について1977年に検討したところ、適食期である子実水分70%期に抽糸まで日数と雌穂重との間には、 $Y=131.45+8.03X$, $r=0.651$, 0.1%有意の高い相関関係があり、同じく子実重/雌穂重比との間には $r=0.366$, 5%有意の相関、子実重/剥皮雌穂重比との間には $Y=46.62+0.378X$, $r=0.478$, 1%で有意の相関があり、芯重/雌穂重比との間にも $Y=32.21-0.207X$, $r=-0.414$, 1%有意の相関関係があった。これらは前述のとおり雌穂内部位の発達が基本的に早晩性によって左右されていることを示唆している。

雌穂生重の推移はいずれの品種も漸近線的で、早生品種は抽糸後20日目ではほぼ最大値となるに反し、多列な晩生品種は35日目まで増加が続き、品種間差異は極めて大となる。これに対して雌穂乾物重は直線的増加を示し、前者より品種間差異が小となり一元的に示された。雌穂生重における品種間差異は主として抽糸後30日目以後における子実生重の差に基因し、さらにそれは子実水分の影響を受ける。

雌穂は抽糸後5日目に苞葉乾物重が約50%芯が約30%を占めるが、子実の発達にともない穂柄と芯の重量比は大差なく、苞葉の割合が減少し、

55日目には子実が約60%芯が約20%そして苞葉が約15%となる。

雌穂水分含有率はほとんど品種間差異がなく、かつ直線的に低下した。Gunn ら(1965)²³⁾は抽糸後30~100日目の雌穂水分含有率の回帰直線を求め早生系統に比し低く経過することを見出した。本研究結果では55日目までの範囲ながらこれと異なり品種間に有意差はなかった。しかし詳細にみるとその傾向はある。これに対して剥皮雌穂水分含有率は曲線的低下を示すとともに品種間差異も明らかとなった。さらに子実水分含有率は明らかな曲線的低下を示し、抽糸後15日目には早晩性と35日目には粒列数との強い相関関係で品種間差異が経時的に拡大した。このように水分含有率は受粉後生長曲線的に進むものであり、前述した子実水分含有率低下が直線的であるとする諸説は、生長曲線内の第2相における比較的直線に近い急速な過程を、便宜的に直線経過として扱っているか、登熟の進行にとって環境が十分高温であるとか土壌水分の影響を強く受けているかのいずれかであろう。また子実水分含有率が雌穂および剥皮雌穂の水分含有率に比較して強い曲線的経過をとるのは、苞葉ならびに芯の水分保持能力または発散能力と密接な関係があることを示唆している。Troyer ら(1971)⁵¹⁾は苞葉が子実をとりまく空気の動きを制御し、構造が粗で短く少数なほど子実の乾燥の助けとなることを見出した。苞葉ならびに穂柄の水分含有率は登熟期間中かなり高く保持されているから、子実水分含有率を検討するに当っては今後苞葉の役割を重視する必要がある。

芯の水分含有率は子実水分に先行して低下し初めるが、抽糸後30日目に両者ほぼ同一の値となり、以後は逆転して芯が比較的高い水分を維持する経過を辿る。これは芯の水分保持能力が苞葉以上に子実水分と関連していることを示唆する。

抽糸期から子実水分73%に達するまでの期間は早生少列品種 Golden Beauty が最短で、晩生多列品種の Jubilee および Golden Charm が最長で他はその中間であった。これは前述のように登熟作用は基本的に早晩性によって制御され、登熟の

中期以後は粒列数によって強く影響されることによる。このように粒列数は水分に強い影響を与えるばかりでなく、雌穂重に対する子実および芯の割合を左右し、粒の形状さらに収量にも関連する性質で、今後一層重要視される形質となろう。

適食期間は抽糸後 15 日目以後に、子実水分含有率が直線に近くかつ品種が平行的に低下する期間から、緩徐な低下期間へと移行するときにあたる。これはまた芯の水分が子実水分に先行する型から水分保持型へ転換するときにもあたる。この頃に早生品種は子実乾物重のほぼ最大期を迎えるが、晩生品種とくに多列品種はさらに乾物蓄積を続ける。この点はすでに引用した子実水分低下速度に関する多くの報告に比較して低下がおそいことと関係があるかもしれない。気温が登熟速度を左右することは数多くの引用文献にてらして明らかであるが、登熟作用は子実のみならず雌穂内各部位から水分が失なわれる過程であるともいえるから、雌穂内への水分供給および雌穂内各部位への水分の分配保持ならびに発散が問題にされるべきである。登熟過程の子実水分含有率低下と子実乾物増加とは表裏の関係にあり、子実水分低下速度にはつぎの要因が関与していると考えよう：(1) 光合成速度、(2) 同化産物の雌穂への転流量あるいはその活性、(3) 前者の活性を左右する個体ならびに雌穂への水分供給量、(4) 雌穂あるいは子実からの水分発散機構、そして(5) これらの水分生理に関与する温度の影響。

温度と水分の両要因は同じ外界要因でありながら、登熟にとって水分は一義的であり、温度は二義的または可変的要因である。比較的取扱いやすい温度要因が主として追究される現況にかんがみ、総合的で解析的研究の必要が痛感される。

摘 要

スイート種の登熟過程における雌穂内各部位の水分含有率の推移を調査するため、早晩性および粒列数を異にする 14 品種を当農場精密圃場と北海製缶詰研究所試験圃場(石狩)に、標準栽培条件下で播種した。抽糸後 5 日目から 55 日目まで 5 日ごとに採取した雌穂について、苞葉、穂柄、子

実、芯および絹糸の部位別とし、生重と乾物重を測定した。結果の主なもののはつぎのとおりである。

1. 雌穂長は早生品種で抽糸後 10 日目、晩生品種で 15 日目に最大値に達した。芯重と苞葉重は早生品種で 15 日目晩生品種とくに多列品種で 20 日目に最大となり、以後はやや減少した。穂径および雌穂重は早生品種で抽糸後 20 日目に最大となるが、晩生品種とくに粒列が 16 以上の品種は 35 日目まで増加し続けた。子実重は抽糸後 20 日目まで早生品種が晩生品種に比較して高く、30 日目には早生品種の増加程度が小で、晩生品種は直線的に増加するため 35 日以後は逆転した。

2. 抽糸後 5 日目には乾物重基礎で雌穂に占める苞葉、芯、穂柄および子実はそれぞれ約 50、20、10 および 5% であるが、55 日目には苞葉が約 15%、芯と穂柄はほとんど変動がなく、子実が約 60% になった。そして早生品種は晩生品種に比し抽糸後 30 日目まで子実の割合が高く、以後は逆転した。

3. 雌穂の水分含有率は品種間に有意差なく直線的に低下した。剥皮雌穂の水分含有率は早生品種が晩生品種に比し急速に低下し、35 日目以後には多列品種が高く低下程度が小で、経時的に品種間差異は拡大した。苞葉および穂柄の水分含有率は比較的低下が緩徐で、抽糸後 20 日目まで有意な品種間差異がなく、その後やや差異が表われるが、これには早晩性も粒列数も無関係である。

4. 子実水分含有率は早生品種で抽糸後 5～10 日間で変動がなく、15 日目から急速に低下し 35 日目以後はやや緩徐に低下したが、晩生品種では抽糸後 15 日まで変動が少いかまたは上昇し、20 日目から 35 日目まで早生品種に類似した低下速度で経過するが、その後は他品種より一層緩徐に低下した。その結果品種間差異は 15 日目から明らかとなりその後次第に拡大した。芯の水分含有率は抽糸後 30 日目まで子実より急速に低下し、その後は低下程度が小で品種間差異も小さい。これは芯が子実の水分保持に強く関連していることを示唆する。

5. 抽糸後 15 日目の子実水分は早晩性または播種から平均抽糸まで日数と高い相関 ($r=0.807, 0.$

1%有意)があり、抽糸後35~45日目には粒列数と高い相関(40日目で $r=0.704$, 0.1%有意)があった。このことは子実水分が基本的に早晩性によって支配され、粒列数によって強い影響をうけると考えられる。

6. 適食期間(水分73~68%期間)は抽糸後15日目から55日目の水分の曲線回帰式から推定した。早生少列品種Golden Beautyで短く適食始期も早い(抽糸後23日)が、晩生多列品種Golden Charmの適食期間は長く、適食始期もおそい(抽糸後34日目)。他品種はこれらの中間を示した。

LITERATURE CITED

- ALBERTS, H. W. Relation of time of planting corn to the time of silking, denting, and senescence. *J. Am. Soc. Agron.* 18. 375-380. 1926.
- ALDRICH, S. R. Maturity measurements in corn and an indication that grain development continues after premature cutting. *J. Am. Soc. Agron.* 35. 667-680. 1943.
- ANDREW, R. H. Some physiological manifestations of two genes which influence endosperm development in maize. Doctorate thesis, Univ. of Wis. Lib. 1942.
- , FERWERDA, F. P., and STROMMEN, A. M. Maturation and yield of corn as influenced by climate and production technique. *Agron. J.* 48. 231-236. 1956.
- APPLEMAN, C. O. Forecasting the date and duration of the best canning stage for sweet corn. *Md. Agric. Exp. Stn. Bull.* 254. 10 pp. 1923.
- BUNTING, E. S. Ripening in maize: interrelationships between time, water content and weight of dry material in ripening grain of a flint dent hybrid (Inra 200). *J. Agric. Sci., Camb.* 79. 225-233. 1972.
- BUNTING, E. S. Accumulated temperature and maize development in England. *J. Agric. Sci., Camb.* 87. 577-583. 1976.
- CARTER, M. W. and PONELEIT. Black layer maturity and filling period variation among inbred lines of corn (*Zea mays* L.). *Crop Sci.* 13. 436-439. 1973.
- CHASE, S. S. Relation of yield and number of days from planting in early maturity maize hybrids of equivalent grain moistures at harvest. *Crop Science* 4. 111-112. 1964.
- CRANE, P. L., MILES, S. R. and NEWMAN, J. E. Factors associated with varietal differences in rate of field drying in corn. *Agron. J.* 51. 318-320. 1959.
- CROSS, H. Z., and M. S. ZUBER. Prediction of flower thermal units. *Agron. J.* 64. 351-355. 1972.
- CULPEPPER, C. W. and MAGOON, C. A. Studies upon the relative merits of sweet corn varieties for canning purposes and the relation of maturity of corn to the quality of the canned product. *J. Agric. Res.* 28. 403-443. 1924.
- and —————. A study of the factors determining quality in sweet corn. *J. Agric. Res.* 34. 413-433. 1927.
- DAYNARD, T. B., and DUNCAN, W. C. The black layer and grain maturity in corn. *Crop Sci.* 9. 473-476. 1969.
- , TANNER, J. W. and DUNCAN, W. G. Duration of the grain filling period and its relation to grain yield in corn, *Zea mays* L. *Crop Sci.* 11. 45-48. 1971.
- Relationships among black layer formation, grain moisture percentage, and heat unit accumulation in corn. *Agron. J.* 64. 716-719. 1972.
- DESROSIER, N. W., JOHNSON, K. R., MCARDLE, F. J. and MILES, S. R. Quality studies with raw and canned whole kernel sweet corn. *Indiana Agric. Ex. Res. Bull.* 655. 1-16. 1958.
- DESSUREAUX, L., NEAL, N. P., and BRINK, R. A. Maturation in corn. *J. Am. Soc. Agron.* 40. 733-745. 1948.
- DUNCAN, W. G., and HATFIELD, A. L. A method for measuring the daily growth of corn kernels. *Crop Sci.* 4. 550-551. 1964.
- , —————, and RAGLAND, J. L. The growth and yield of corn. II. Daily growth of corn kernels. *Agron. J.* 57. 221-222. 1965.
- GILMORE, E. C. Jr. and ROGERS, J. S. Heat units as a method of measuring maturity in corn. *Agron. J.* 50. 611-615. 1958.
- GIESBRECHT, J. The inheritance of maturity in maize. *Can. J. Plant Sci.* 40. 490-499. 1960.
- GUNN, R. B. and CHRISTENSEN, R. Maturity relationships among early to late hybrids of corn (*Zea mays* L.). *Crop Sci.* 5. 299-302. 1965.
- HALLAUER, A. R. and RUSSELL, W. A. Effects of selected factors on grain moisture reduction from silking to physiologic maturity in corn. *Agron. J.* 53. 225-229. 1961.
- HANWAY, J. J. Corn growth and composition in relation to soil fertility. I. Growth of plant parts, relation between leaf weight and grain yield. *Agron. J.* 54. 145-148. 1962.
- Growth stages of corn (*Zea mays*, L.). *Agron. J.* 55. 487-492. 1963.

27. ————— and RUSSELL, W. A. Dry-matter accumulation in corn (*Zea mays* L.) plants : comparisons among single-cross hybrids. *Agron. J.* 61. 947—951. 1969.
28. HILLSON, M. T. and PENNY, L. H. Dry matter accumulation and moisture loss during maturation of corn grain. *Agron. J.* 57. 150—153. 1965.
29. INGLETT, G. E. *Corn: Culture, Processing, Products.* Westport. 1970.
30. JOHANN, H. Histology of the caryopsis of yellow dent corn, with reference to resistance susceptibility to kernel rots. *J. Agric. Res.* 51. 855—883. 1935.
31. JOHNSON, D. R. and TANNER, J. W. Calculation of the rate and duration of grain filling in corn (*Zea mays* L.). *Crop Sci.* 12. 485—486. 1972.
32. KATZ, Y. H. The relationship between heat unit accumulation and planting and harvesting of canning peas. *Agron. J.* 44. 74—78. 1952.
33. KIESSELBACH, T. A. and WALKER, E. R. Structure of certain specialized tissues in the kernel of corn. *Am. J. Bot.* 39. 561—569. 1952.
34. KRAMER, A. and COOLER, J. C. An instrumental method for measuring quality of raw and canned sweet corn. *Am. Soc. Hort. Sci. Proc.* 81. 421—427. 1962.
35. LANA, E. P. and HABER, E. S. Seasonal variability as indicated by cumulative degree hours with sweet corn. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 59. 389—392. 1952.
36. LEE, F. A. and SAYRE, C. B. Maturity studies on new sweet corn hybrids. *Am. Soc. Hort. Sci.* 37. 759—762. 1939.
37. 万豆剛一, スイート・コーンの成熟にともなう品質変化. *農及園*, 40. 1271—1272, 1965.
38. MILES, S. R. When is corn fully mature? *Crop and Soils* 11. 22. 1958.
39. MOHAMED, A. H. Inheritance of quantitative characters in *Zea mays*. I. Estimation of the number of genes controlling the time of maturing. *Genetics* 44. 713—724. 1959.
40. NASS, H. G. and REISER, B. Grain filling period and grain yield relationships in spring wheat. *Canad. J. Plant Sci.* 55. 673—678. 1975.
41. RAWSON, H. M. and EVANS, L. T. The contribution of stem reserves to grain development in a range of wheat cultivars of different height. *Aust. J. Agric. Res.* 22. 851—863. 1971.
42. RATHER, H. C. and MARSTON, A. R. A study of corn maturity. *Michigan Agr. Exp. Sta. Quart. Bull.* 22. 278—288. 1940.
43. RUNGE, E. C. and ODELL, R. T. The relation between precipitation, temperature, and the yield of corn on the Agronomy South Farm, Urbana, Ill. *J. Am. Soc. Agron.* 50. 448—454. 1958.
44. SAYRE, J. D. Mineral accumulation in corn. *Pl. Physiol.* 23. 267—281. 1948.
45. SHAW, R. H. and LOOMIS, W. E. Bases for the prediction of corn yields. *Plant Physiol.* 25. 225—244. 1950.
46. ————— and THOM, H. C. S. On the phenology of field corn, silking to maturity. *Agron. J.* 43. 541—546. 1951.
47. SMITH, O. F. The influence of low temperatures on seedling development in two inbred lines of corn. *J. Amer. Soc. Agron.* 27. 467—479. 1935.
48. SUTTON, L. M. and STUCKER, R. E. Growing degree days to black layer compared to Minnesota relative maturity rating of corn hybrids. *Crop Sci.* 14. 408—412. 1974.
49. TOLLENAAR, M. and DAYNARD, T. B. Kernel growth and development at two positions on the ear of maize. *Can. J. Plant Sci.* 58. 189—197. 1978.
50. ————— and —————. Dry weight, soluble sugar content, and starch content of maize kernels during the early postsilking period. *Can. J. Plant Sci.* 58. 199—206. 1978.
51. TROYER, A. F. and AMBROSE, W. B. Plant characteristics affecting field drying rate of ear corn. *Crop Sci.* 11. 529—531. 1971.
52. TWIGG, B. A., KRAMER, A., FALEN, H. N. and SOUTHERLAND, F. L. Objective evaluation of the maturity factor in processed sweet corn. *Food Tech.* 10. 171—174. 1956.
53. VAN EYNATTEN, C. L. M. Correlations between silking time, tasseling time and maturity time under Ibadan conditions. *Plant Breeding Abst.* 27 (2928). 493. 1957.
54. WEI, L. S., STEINBERG, M. P. and NELSON, A. I. Quality of sweet corn during maturation as determined by two rapid objective methods. *Food Tech.* 21. 3a. 106a—108a. 1967.
55. 吉田 稔・渡辺勝敏. スイート種トウモロコシの若令雌穂生産に関する研究. 北大農学部農場報告, 20. 42—52, 1977.

Studies on the Ripening of maize (*Zea mays* L.)

I. On the Grain Moisture Percentage in Sweet corn

Minoru YOSHIDA * and Katsutoshi WATANABE **

*Department of agronomy, Faculty of Agriculture,
Hokkaido University, Sapporo, Japan.

**Canning Research Institute of Hokkai Can Co. Ltd.

Summary

To investigate the changes on the moisture content of each organs within ears of sweet corn, fourteen cultivars differing both the earliness and the number of kernel row were grown with the standard condition of cultivation at the experimental farms of both Hokkaido University (Sapporo) and Canning Research Institute of Hokkai Can Co. Ltd. (Ishikari). Ear samples at five days interval during 5 to 55 days after the silking were divided into five parts of grain, husk, cob, shank and silk for measuring both fresh and dry weight of each parts. Results obtained were as follows.

1. In early varieties ear length attained to the maximum at ten days after silking, and in late ones at fifteen days. Fresh weight of cob and husk also attained to maximum at early stage as fifteen or twenty days after silking, and then decreased merely. Although the ear weight and the ear diameter in early varieties attained to maximum at twenty days after silking, in late varieties especially of sixteen or more rows increased successively till 35 days after silking. Until 20 days after silking the grain weight in early varieties surpassed in late varieties, while at 30 days after silking the rate of increase in early varieties lowered and in late varieties increased linearly. In consequence, on and after 35 days from silking the grain weight of late varieties were rather higher than of early varieties.
2. At five days after silking, percentages of husk, cob, shank, and grain with dry weight base were 50, 20, 10 and 5 respectively, and at 55 days husks were 15%, cobs and shanks were little fluctuation, and grains were 60%. Moreover, until 30 days after silking the grain per cent of early varieties were high comparing with that of late varieties, after that turned.
3. Moisture content of the ear was no significant varietal differences and declined linearly. Moisture content of the unhusked ear decreased rapidly in early varieties comparing with late varieties, and the varietal differences were magnified with time, so that varieties of more row number indicated high moisture content and lower rate of decrease comparing with less-row varieties. Decrease trends for moisture content of husks and shanks were showed smoothly, and recognized not significant difference with varieties, then showed varietal differences to some extent, having no relation to the earliness or the number of kernel row.
4. In early varieties, grain moisture content was no fluctuation until 10 days after silking, and decreased rapidly during from 15th to 35th day, then smoothly decreased. On the other-hand, the grain moisture content of late varieties showed no fluctuation or a little increase until 15 days after silking, and from 20th to 35th days decreased rapidly as early varieties, then decreased much smoothly comparing with other varieties. As the results varietal differences were precised at 15 days after silking and were magnified with time. Moisture content of cobs decreased rapidly than grains till 30 days after silking, then smoothly decreased, having little varietal differences. This suggests that the moisture content of cobs associate closely with the maintaining of the grain moisture.
5. The grain moisture at 15 days after silking correlated highly with the earliness or the days from sawing to mid-silking ($r=0.807, 0.1\%$), on the other hand, at 35-45 days after silking, also correlated highly with the number of kernel row (at 40 days after silking, $r=0.704, 0.1\%$). It was seemed that the grain moisture controlled rudimentarily with the earliness and hardly affected with the row number.
6. Optimum canning periods (the period 73-68% grain moisture) of each varieties were estimated with quadratic regression equations for the values of grain moisture from 15 to 55 days after silking. In a early-less-row-variety, Golden Beauty, it was very short, and the initiation of optimum canning period was very early (23 days after silking, while in a late-more-row-variety, Golden Charm, it was very long and initiated very late (34 days after silking). And the remaining varieties indicated the intermediate values of these two varieties.