

1999年の札幌でみられたトウモロコシの 不稔発生程度の品種・系統間差異

佐藤 尚・濃沼 圭一・榎 宏征

Variability of barrenness degree of maize at Sapporo in 1999.
Hisashi SATO, Keiichi KOINUMA, Hiroyuki ENOKI

Summary

Barrenness of maize is extremely serious problem because it causes not only yield loss but quality loss of silage. The barrenness occurred in some areas of Hokkaido in 1999. In this study, contribution of genotypes and effects of climatic conditions were investigated in relation to barrenness.

Silk delays (number of days from tassel flowering date to silking date) in 1999 were larger than those in 1998, and hybrids with high percentage of barren plants showed a large silk delay. However, the percentages of barren plants varied from zero to 40% among the hybrids whose silk delay were zero days. The hybrids whose tassel flowering date were from July 29 to August 2, showed higher percentages of barren plant than those of the others, and the percentage of barren plant varied from 98% to 25%. In this period, the minimum temperature of each day was above 20 °C, that is higher than usual years, and the solar radiation was extremely less than average years. We considered the reasons of barrenness as follows. The high temperature enhanced the growth and the necessary carbohydrate but the insufficient of solar radiation caused the decrease of carbohydrate necessary to ear developing.

The hybrids with parental inbred lines of low percentages of barren plants showed low percentage of barren plants. These parental inbred lines seemed to be the promising materials for breeding hybrids with stable ear yield.

キーワード：不稔、系統間差異、トウモロコシ、日照、
温度

Key words : barren, genotype, maize, solar radiation,
temperature

緒 言

トウモロコシは高エネルギー粗飼料として北海道においても広く栽培されている。北海道で栽培されている品種においては全乾物重中の40~50%を子実が占めている。それが高エネルギー粗飼料の要因であることからトウモロコシにおける不稔の多発は飼料価値の大幅な低下をもたらし、重要な問題となっている。

1999年は全道的に高温に経過し、ほとんどの地域で黄熟期に収穫することができた。しかし、その一方で道央、道南では7月下旬を中心に日照不足、多雨条件にあり、一部地域で不稔が多発した。北海道農試のトウモロコシ育種圃場においても不稔の発生がみられ、その程度には品種・系統間差異が認められた。トウモロコシの不稔の発生の原因には花粉の稔性低下^{3), 7), 8)}、や雄穂の開花と絹糸の抽出のずれ¹⁰⁾などによる受粉および受精障害⁶⁾や受精後の登熟障害^{1), 2), 6), 9)}などが報告されているが、今回の不稔の原因を明らかにしておくことは、今後のトウモロコシ研究を進めるうえで重要である。

そこで本報告では、1999年の北海道農試での不稔発生程度の品種・系統間差異ならびに気象条件との関係について検討し、不稔発生の要因について考察した。

材料および方法

試験は1999年に北海道農試(札幌)のトウモロコシ育種圃場で行った。早生F₁品種・系統群にはほとんど不

北海道農業試験場(062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1)

Hokkaido National Agricultural Experiment Station, Hitsujigaoka 1, Toyohira-ku, Sapporo, 062-8555 Japan

「平成11年度北海道草地研究会で一部発表」

稔の発生がみられなかったことから、中晩生のF₁品種・系統と自殖系統について、以下の試験のデータを解析に用いた。また一部試験については不稔が発生しなかった1998年のデータとの比較を行った。それぞれの耕種概要は下記の通りである。

試験 a) 生産力検定本試験

供試品種・系統は中生の中から晩生の中に属する導入品種23および育成途中の実験F₁系統7の計30で、1998年にはそのうちの18品種・系統、1999年には全品種・系統を供試した。栽植密度は6,838本/10a、播種は、1998年は5月15日、1999年は5月14日に行った。試験は1区面積10.0㎡、3反復乱塊法で実施した。

試験 b) 組合せ能力検定試験

供試系統・品種は中生の早から晩生の中に属する実験F₁系統56および導入品種5の計61である。栽植密度は6,838本/10a、播種は1999年5月14日に行った。試験は1区面積5.0㎡、2反復乱塊法で実施した。

試験 c) 自殖系統採種性検定試験

供試系統は早生から晩生に属する自殖系統50で、1998年、1999年とも全系統を供試した。栽植密度は6,061本/10a、播種は1998年は5月11日、1999年は5月13日に行った。試験は1998年は1区面積2.1㎡～12.6㎡で反復なし、1999年は1区面積4.2単位で2反復乱塊法により実施した。

なお、施肥量はいずれも10アール当たり堆肥3,000kg、N：P₂：O₅：K₂O：MgO=15：22：10：4kgであり、その他の栽培管理は北海道農試の一般栽培基準に従った。

調査はトウモロコシ系統適応性検定試験実施要領により雄穂開花期、絹糸抽出期、有効雌穂割合について行った。有効雌穂割合は全個体について子実の着粒が各系統の標準的な雌穂長の3分の1以上の雌穂の数を調査し、個体数に対する割合で示した。その値が小さいほど不稔が多いことを示す。

気象データは北海道農試気象資源評価研究室の観測データを用いた。

結 果

気象の概況

1999年7月中旬から8月中旬までの日ごとの気象経過を図1に、1999年と平年の半旬ごとの値を表1に示した。1999年は7月中旬以降高温傾向であった(表1、図1)。特に7月23日以降は日最低気温が20℃前後で推移し(図1)、これは平年の日平均気温に相当した(表1)。日照時間は7月23日から8月2日までの期間中7月27日を除いて少ない期間が続き、特に7月29日から8月2日までの5日間は日照時間が0であった(図1)。降水量は、

7月28日から8月2日まで連続して降雨があり、特に8月2日および8月6日に短時間の間にそれぞれ44mmおよび37.5mmの多量の降雨があった(図1)。しかし7月の第6半旬と8月の第2半旬以外は平年並か少なかった(表1)。

不稔の発生程度

試験 a および試験 b における雄穂開花期、絹糸抽出期、有効雌穂割合および雄穂開花期と絹糸抽出期の差(絹糸抽出迄日数-雄穂開花迄日数;以後開花の差と表記)をそれぞれ表2、表3に、開花の差と有効雌穂割合の関係

表1. 北海道農試(札幌)の1999年および平年の7月中旬から8月上旬の気象表¹⁾

時 期	日最高 気温 (°C)	日平均 気温 (°C)	日最低 気温 (°C)	日 照 時 間 (h)	降水量 (mm)
7月第4半旬(1999)	26.4	21.4	17.7	23.2	14.0
(平年)	23.0	18.6	15.3	21.9	14.4
第5半旬(1999)	28.6	23.5	19.3	25.2	5.0
(平年)	23.6	19.2	16.0	16.7	11.4
第6半旬(1999)	28.4	24.3	20.7	12.9	22.0
(平年)	24.8	20.3	16.5	33.1	8.1
8月第1半旬(1999)	29.5	24.6	20.4	31.9	52.5
(平年)	25.4	20.9	17.2	26.4	40.7
第2半旬(1999)	31.4	25.9	21.2	42.1	37.5
(平年)	25.9	21.4	17.8	23.9	12.3

1) 北海道農試気象資源評価研究室観測データによる。

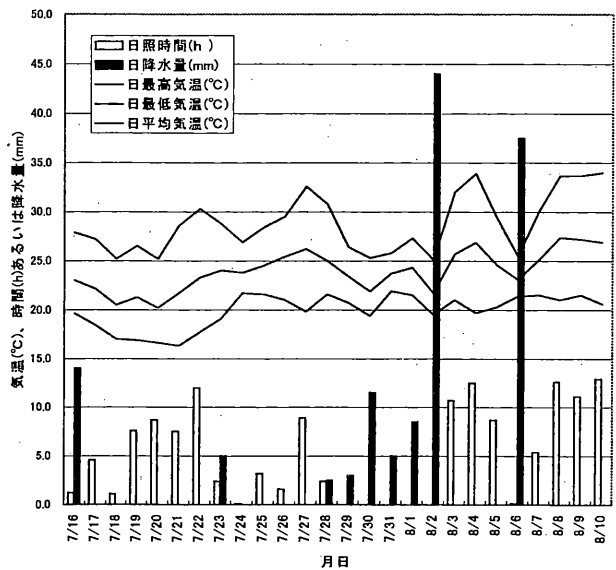


図1. 北海道農試の7月下旬から8月上旬の気象(1999)¹⁾

1) 北海道農試気象資源評価研究室の観測データによる。

表2. 試験aにおけるF₁品種・系統の開花期と有効雌穂割合

品種・系統名	雄穂 開花期 (月日)	絹糸 抽出期 (月日)	有効雌 穂割合 (%)	開 花 の 差 (日) ¹⁾	品種・系統名	雄穂 開花期 (月日)	絹糸 抽出期 (月日)	有効雌 穂割合 (%)	開 花 の 差 (日) ¹⁾
2411FQ	7. 26	7. 27	100.0	1	36A43	8. 1	8. 2	96.5	1
クラリカ	7. 27	7. 27	99.0	0	DK474	8. 1	8. 3	77.2	2
TC98085	7. 27	7. 28	98.0	1	P3732	8. 1	8. 5	50.6	4
北交54号	7. 27	7. 29	90.6	2	P3699	8. 1	8. 5	64.9	4
3790	7. 28	7. 28	98.0	0	TC98131	8. 2	8. 4	88.6	2
北交55号	7. 28	7. 30	100.0	2	SH8551	8. 2	8. 5	88.5	3
マカレナ	7. 29	7. 29	95.9	0	ナタリア	8. 3	8. 4	98.5	1
DK405	7. 29	7. 29	100.0	0	X1045T	8. 3	8. 5	95.0	2
DK401	7. 30	7. 31	96.5	1	DK540	8. 3	8. 5	86.9	2
3845	7. 30	7. 31	99.5	1	XE7165	8. 4	8. 4	99.5	0
DK483	7. 30	8. 1	70.6	2	3540	8. 4	8. 6	92.5	2
JSC224	7. 30	8. 2	64.3	3	DK566	8. 5	8. 5	99.5	0
EXP744B	7. 31	7. 31	98.5	0	3352	8. 6	8. 7	96.0	1
SH7551	7. 31	8. 1	46.6	1	長交C913号	8. 6	8. 9	94.5	3
北交56号	7. 31	8. 5	68.5	5					
DK512	8. 1	8. 1	94.4	0	平均	7. 31	8. 2	88.3	1.5
					LSD(5%) ²⁾	1	2	7.6	1

1) 開花の差=絹糸抽出迄日数-雄穂開花迄日数

2) 5%水準での最少有意差

表3. 試験bにおけるF₁品種・系統の開花期と有効雌穂割合

系統名	組合せ		雄穂 開花期 (月日)	絹糸 抽出期 (月日)	有効雌 穂割合 (%)	開 花 の 差 (日) ¹⁾	系統名	組合せ		雄穂開 花 期 (月日)	絹糸 抽出期 (月日)	有効雌 穂割合 (%)	開 花 の 差 (日) ¹⁾
	♀	♂						♀	♂				
TC99123	H071	T085	7. 26	7. 26	97.1	0	TC99144	H058	T0113	7. 29	7. 30	100.0	1
TC99115	H052	T0115	7. 27	7. 26	91.2	0	TC99109	H046	T0133	7. 29	7. 31	80.4	2
TC99124	H071	T090	7. 27	7. 27	100.0	0	TC99112	H047	T0117	7. 29	7. 31	100.0	2
TC99137	H073	H058	7. 27	7. 27	80.3	0	TC99128	H037	H071	7. 29	7. 31	92.4	2
TC99147	TI9805	H074	7. 27	7. 27	80.5	0	TC99141	H049	H058	7. 29	7. 31	94.1	2
TC99107	H060	TI9806	7. 27	7. 28	98.5	1	TC99140	TI9808	H058	7. 29	8. 1	97.0	3
TC99122	H070	TI9807	7. 27	7. 28	100.0	1	JSC358	H052	GY187	7. 30	7. 30	100.0	0
TC99143	H058	T0106	7. 27	7. 28	84.8	1	JSC361	H052	GY96	7. 30	7. 30	87.7	0
DK300			7. 27	7. 28	99.3	1	TC99132	H049	Mi29	7. 30	7. 31	97.0	1
TC99106	H060	TI9805	7. 27	7. 29	100.0	2	TC99139	H063	H058	7. 30	7. 31	86.8	1
TC99117	H052	H067	7. 28	7. 29	100.0	1	TC99142	H058	H075	7. 30	7. 31	89.6	1
TC99138	H063	H074	7. 28	7. 28	58.4	0	3845			7. 30	8. 1	99.2	2
JSC367	H040	GY7352	7. 28	7. 28	98.4	0	TC99129	H037	H074	7. 30	8. 8	26.5	9
TC99108	H046	T0113	7. 28	7. 29	95.6	1	TC99130	TI9802	Mi29	7. 31	7. 31	100.0	0
TC99120	H070	T0113	7. 28	7. 29	98.5	1	TC99135	Mi29	T0113	7. 31	7. 31	98.5	0
TC99121	H070	H049	7. 28	7. 29	100.0	1	TC99145	H071	H066	7. 31	8. 2	89.9	1
TC99125	H071	H049	7. 28	7. 29	91.0	1	JSC362	H070	F812	7. 31	8. 2	92.5	2
3790			7. 28	7. 29	97.1	1	JSC365	H074	F812	7. 31	8. 7	25.5	7
TC99105	H060	TI9808	7. 29	7. 29	95.5	0	JSC363	H070	GY192	8. 1	8. 2	97.0	1
TC99111	H047	T0113	7. 29	7. 29	100.0	0	DK474			8. 1	8. 3	70.8	1
TC99113	H047	T0133	7. 29	7. 29	98.1	0	TC99131	H037	Mi29	8. 1	8. 3	89.0	2
TC99118	H052	H076	7. 29	7. 29	98.5	0	JSC366	H074	GY192	8. 1	8. 4	49.8	2
TC99127	H037	H070	7. 29	7. 29	95.5	0	TC99119	H040	TI9810	8. 1	8. 4	76.8	3
TC99133	H063	Mi29	7. 29	7. 29	100.0	0	JSC355	H047	F812	8. 2	8. 3	87.3	1
TC99134	H064	Mi29	7. 29	7. 29	98.3	0	JSC360	H052	GY5622	8. 2	8. 4	89.5	2
TC99136	Mi29	TI9807	7. 29	7. 29	98.5	0	TC99146	Na30	H074	8. 2	8. 8	37.9	6
JSC357	H052	F1950	7. 29	7. 29	100.0	0	JSC359	H052	GY2342	8. 3	8. 3	67.6	0
JSC364	H070	GY7352	7. 29	7. 29	100.0	0	JSC356	H047	GY192	8. 3	8. 4	95.6	1
TC99110	H046	H067	7. 29	7. 30	96.8	1	3540			8. 4	8. 5	94.1	1
TC99114	H047	H067	7. 29	7. 30	97.0	1							
TC99116	H052	T0133	7. 29	7. 30	90.0	1	平均			7. 29	7. 31	89.5	1.2
TC99126	TI9802	H070	7. 29	7. 30	97.0	1	LSD(5%) ²⁾			1	2	18.2	2

1) 開花の差=絹糸抽出迄日数-雄穂開花迄日数

2) 5%水準での最少有意差

を図2に示した。開花の差は0～9日、有効雌穂割合は100%から25%の変異がみられた(表2、表3、図2)。開花の差が大きいものほど有効雌穂割合は低くなる傾向にあり、開花の差と有効雌穂割合には試験a、試験bとも1%水準で有意に負の相互関係が認められた(図2)。しかし開花の差が0日の品種・系統内でも有効雌穂割合

は60%から100%まで変異がみられた(表2、表3、図2)。自殖系統(試験c)の雄穂開花期、絹糸抽出期、有効雌穂割合および開花の差を表4に、開花の差と有効雌穂割合の関係を図3に示した。開花の差は-1日～8日の変異がみられ、有効雌穂割合は100%～0%と大きな変異がみられた(表4、図3)。開花の差が2日以降の系統から全体に有効雌穂割合が低くなる傾向にあり、

表4. 試験cにおける自殖系統の開花期と有効雌穂割合

系統名	雄穂開花期(月日)	絹糸抽出期(月日)	有効雌穂割合(%)	開花の差(日) ¹⁾	系統名	雄穂開花期(月日)	絹糸抽出期(月日)	有効雌穂割合(%)	開花の差(日) ¹⁾
T I 9801	7. 23	7. 24	100.0	1	H 037	8. 1	8. 6	36.4	5
CM37	7. 24	7. 24	96.2	0	H 040	8. 1	8. 6	41.4	5
T 077	7. 24	7. 25	96.0	1	H 079	8. 2	8. 2	86.6	0
H 073	7. 24	7. 27	98.0	3	H 071	8. 2	8. 4	79.2	2
T 090	7. 25	7. 26	96.2	1	H 080	8. 2	8. 4	92.3	2
H 062	7. 25	7. 28	87.7	3	H 070	8. 2	8. 6	93.9	4
H 081	7. 26	7. 26	98.0	0	H 072	8. 2	8. 6	48.7	4
H 082	7. 26	7. 26	98.0	0	H 077	8. 2	8. 6	56.3	4
T I 9804	7. 26	7. 26	98.1	0	H 052	8. 3	8. 4	82.6	1
H 059	7. 26	7. 27	96.0	1	H 046	8. 3	8. 7	92.9	4
T I 9807	7. 27	7. 28	98.0	1	H 047	8. 3	8. 7	84.1	4
H 084	7. 27	7. 28	83.1	1	Oh43H t	8. 4	8. 6	81.8	2
H 064	7. 27	7. 29	92.1	2	H 069	8. 4	8. 9	0.0	5
H 083	7. 28	7. 27	100.0	-1	T I 9810	8. 4	8. 9	63.1	5
W79A	7. 28	7. 29	96.0	1	H 074	8. 5	8. 10	57.0	5
H 049	7. 28	7. 30	67.7	2	Na 7	8. 5	8. 11	46.6	6
H 068	7. 28	7. 31	97.8	3	A679	8. 6	8. 5	96.2	-1
CM91	7. 29	7. 31	93.7	2	Na21	8. 6	8. 8	43.3	2
H 075	7. 29	7. 31	79.2	2	H 057	8. 7	8. 9	85.0	2
T I 9802	7. 29	8. 2	74.0	4	H84	8. 7	8. 14	66.5	7
H 076	7. 30	8. 1	79.5	2	Mo17H t	8. 9	8. 13	72.5	4
H 054	7. 30	8. 2	60.8	3	Mi29	8. 10	8. 10	95.5	0
H 078	7. 30	8. 3	87.2	4	H 058	8. 10	8. 15	68.2	5
H 067	7. 31	8. 1	79.1	1	B73	8. 11	8. 12	97.8	1
T I 9808	7. 31	8. 2	100.0	2					
	7. 31	8. 8	39.6	8					
					平均	7. 31	8. 3	79.2	2.5
					LSD (5%) ²⁾	2	2	20.3	2

- 1) 開花の差 = 絹糸抽出迄日数 - 雄穂開花迄日数
- 2) 5%水準での最少有意差

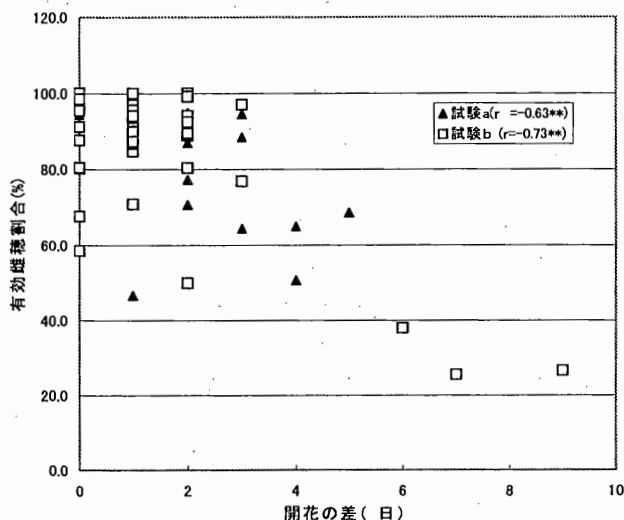


図2. F1品種・系統における開花の差と有効雌穂割合の関係

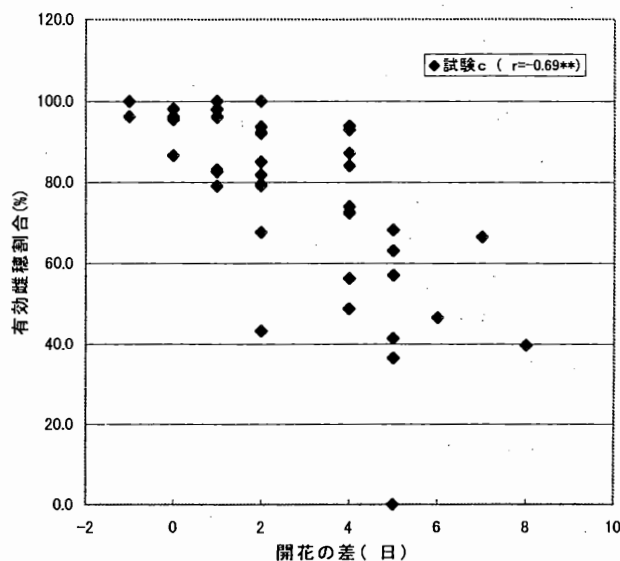


図3. 自殖系統における開花の差と有効雌穂割合の関係

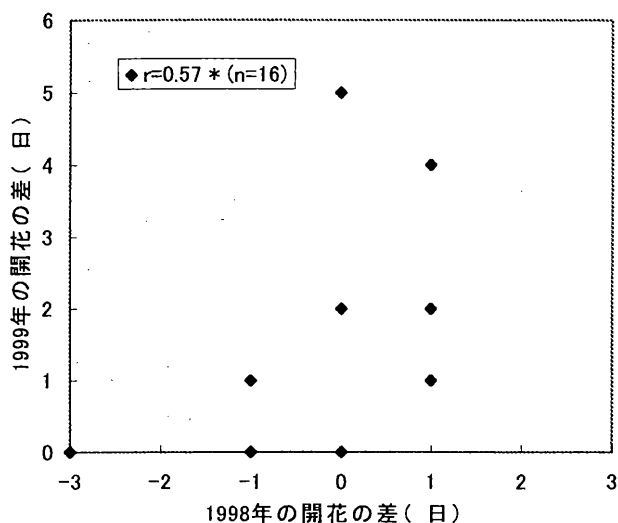


図4. F1品種・系統での開花の差の1998年と1999年の関係

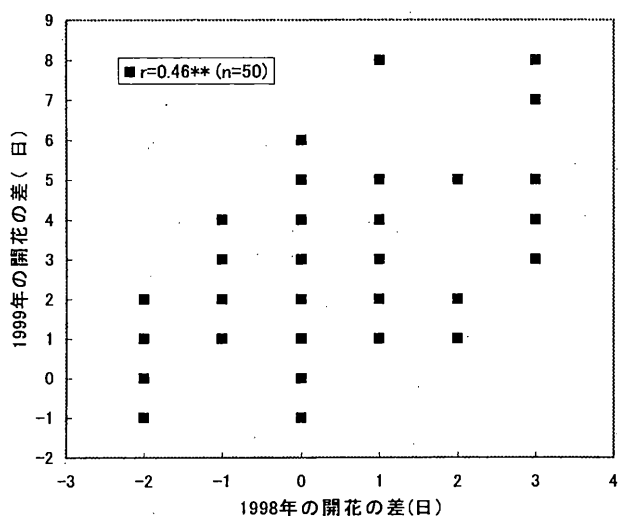


図5. 自殖系統における開花の差の1998年と1999年の関係

開花の差と有効雌穂割合には1%水準で有意に負の相関関係が認められた(図3)。

1999年と1998年の両年にわたって供試した品種・系統の開花の差の年次間関係を、F1品種・系統については図4に、自殖系統については図5に示した。開花の差の年次間関係はF1品種・系統では5%水準(図4)で、自殖系統では1%水準(図5)で、それぞれ有意に正の相互関係がみられた。1999年は1998年に比べて開花の差が大きくなる傾向がみられ、開花の差の大きくなる程度には系統間差異が認められた(図4、図5)。

不稔と気象の関係

F1品種・系統および自殖系統における雄穂開花期と有効雌穂割合との関係をそれぞれ図6、図7および図8に示した。試験aでは雄穂開花期が7月30日から8月1日であった品種・系統に有効雌穂率が低いものがみら

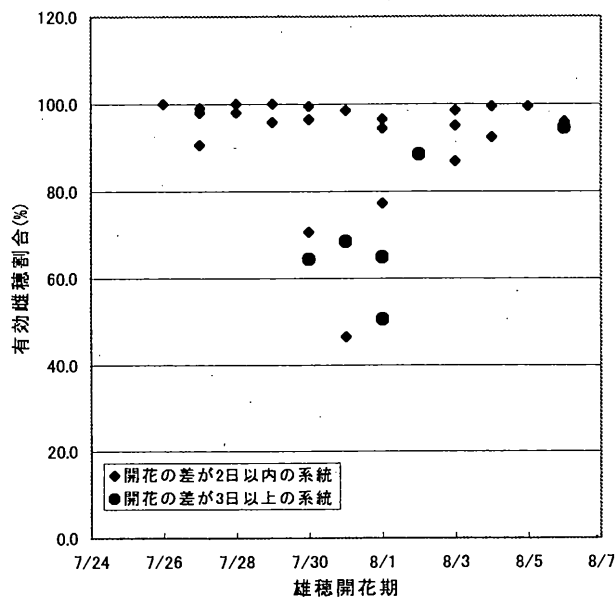


図6. 試験aにおける雄穂開花期と有効雌穂割合の関係

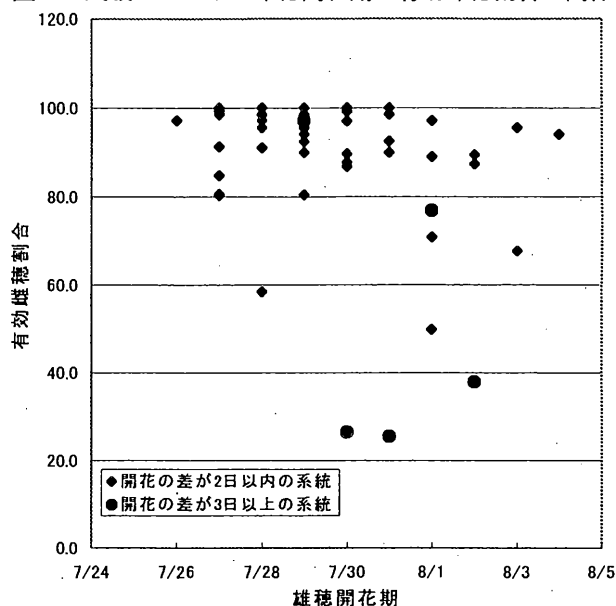


図7. 試験bにおける雄穂開花期と有効雌穂割合の関係

れ(図6)、試験bでは雄穂開花期が7月28日から8月3日の品種・系統に有効雌穂率が低いものがみられた(図7)。また試験a、試験bとも雄穂開花期が8月4日以降の品種・系統には有効雌穂率が低いものはみられなかった(図6、図7)。自殖系統(試験c)では雄穂開花期が7月28日以降の系統にも有効雌穂割合の低いものがみられた(図8)。試験a、試験bおよび試験cとも開花の差が2日以内の品種・系統でも有効雌穂割合の低いものがみられた(図6、図7、図8)。以上のように雄穂開花期が7月28日から8月3日の系統に不稔が多発する傾向がみられたが、この期間の気象は高温であり、日照がほとんどなく、また短時間に多量の降雨が8月2日にあった(図1)。

不稔発生程度における自殖系統とF₁の関係

自殖系統の有効雌穂割合（試験c）とその系統を用いた複数のF₁系統の有効雌穂割合（試験b）の平均との関係を表5および図9に示した。それぞれの自殖系統を用いたF₁組合せの雄穂開花期の平均は7月27日から7月31日までであり、ほぼ不稔の多発した時期と同一であった（表5）。自殖系統で有効雌穂割合が高かったものは開花の差が大きく（表5）、それを用いたF₁の組合せでも有効雌穂割合が高く（表5、図9）、かつ開花の差

が小さい傾向がみられた（表5）。しかし、自殖系統で開花の差が大きく有効雌穂割合の低いものは、それを用いたF₁では必ずしも開花の差が大きく、かつ有効雌穂割合が低いとは限らなかった（表5、図9）。

考 察

本研究では開花の差に大きな品種・系統間差異がみられ、その差の大きなものに不稔が多発する傾向がみられた（図2、図3、表2、表3、表4）。これは受精のタイミングのずれにより不稔が発生したことを示しており、

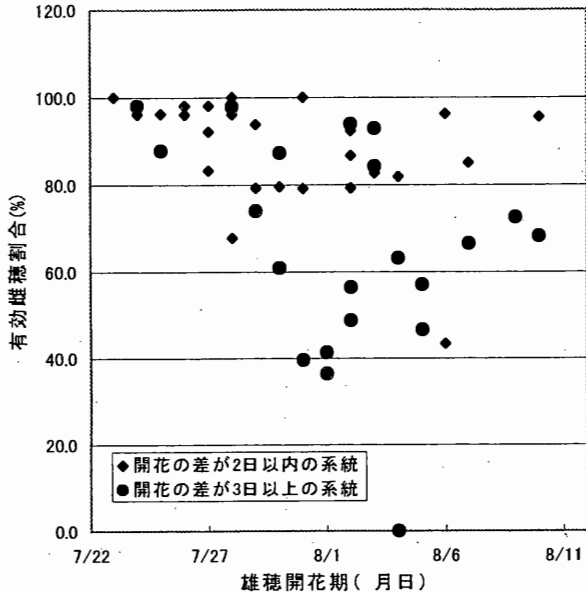


図8. 試験cにおける雄穂開花期と有効雌穂割合の関係

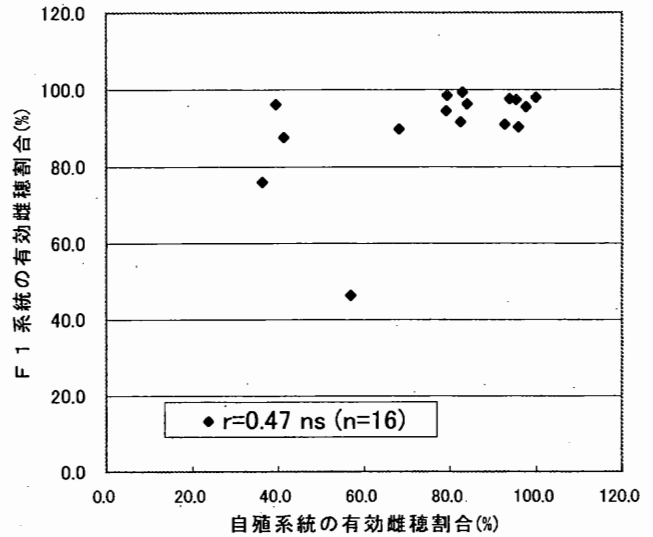


図9. 有効雌穂割合における自殖系統とそれを用いたF₁の平均値の関係

表5. 自殖系統とそれを用いたF₁組合せの開花期と有効雌穂割合

系統名	自殖系統				F ₁ 組合せの平均				
	雄穂 開花期 (月日)	絹糸 抽出期 (月日)	有効雌 穂割合 (%)	開 花 の 差 (日) ¹⁾	組合せ数	雄穂 開花期 (月日)	絹糸 抽出期 (月日)	有効雌 穂割合 (%)	開 花 の 差 (日) ¹⁾
T I 9807	7. 27	7. 28	83.1	1	2	7. 28	7. 29	99.3	0.5
H○83	7. 28	7. 29	96.0	1	2	7. 27	7. 28	90.3	1.0
H○49	7. 28	7. 31	97.8	3	4	7. 29	7. 30	95.5	1.3
T I 9802	7. 30	8. 1	79.5	2	2	7. 30	7. 31	98.5	0.5
H○67	7. 31	8. 2	100.0	2	3	7. 29	7. 29	97.9	1.0
T I 9808	7. 31	8. 8	39.6	8	2	7. 29	7. 31	96.3	1.5
H○37	8. 1	8. 6	36.4	5	4	7. 30	8. 2	75.9	3.3
H○40	8. 1	8. 6	41.4	5	2	7. 30	8. 1	87.6	1.5
H○71	8. 2	8. 5	79.2	2	5	7. 28	7. 29	94.4	0.8
H○70	8. 2	8. 6	93.9	4	8	7. 29	7. 30	97.6	0.9
H○52	8. 3	8. 4	82.6	1	9	7. 30	7. 30	91.6	0.4
H○46	8. 3	8. 7	92.9	4	3	7. 29	7. 30	90.9	1.3
H○47	8. 3	8. 7	84.1	4	6	7. 31	7. 31	96.3	0.8
H○74	8. 5	8. 10	57.0	5	6	7. 30	8. 3	46.4	4.0
M i 29	8. 10	8. 10	95.5	0	7	7. 30	7. 31	97.3	0.4
H○58	8. 10	8. 15	68.2	5	9	7. 29	7. 30	89.8	1.2

1) 開花の差=絹糸抽出迄日数-雄穂開花迄日数

2) 各F₁の開花の差の平均であるため小数点1桁まで表示した。

同様の報告^{6), 10)}がされている。しかし、開花の差が小さい品種・系統にも不稔がみられ(図2、図3)、1999年の不稔の多発には開花の差以外の要因も関与していることが推察される。

花粉の発芽率および花粉管伸長度はいずれも35℃以上の高温で抑制され、その発現程度には遺伝的変異があることが報告^{3), 5), 6)}されている。1999年の不稔の多発では、不稔が多発した品種・系統の雄穂開花期(花粉の飛散時期)前後の最高気温は27~28℃程度であり(図1)、また花粉が分化・発達するそれ以前の時期にも35℃を越えるような著しい高温にはなっていない(図1)。また、夏季に最高気温が北海道以上に高くなるアメリカのコーンベルト地帯で育成されたアメリカ産品種にも不稔が多発していることから、高温による花粉の稔性の低下が不稔の要因とは考えられない。

日照不足が雌性器官に与える影響については、正常花粉を周りに配置して花粉の障害による影響を取り除いて、絹糸抽出期20日から抽出後の40日間をそれぞれ10日ごとに6時間にわけて各時期に遮蔽処理を行った場合、絹糸抽出前10日では稈中ブリックスが低下して無雌穂個体が増加し、絹糸抽出後10日および20日では雌穂の發育不全による不稔が増加したという報告⁶⁾がある。この報告のように、花粉稔性の低下ではなく、日照不足による絹糸の發育不良を含む雌性器官の機能不全が生じて不稔が発生することが明らかになっている。しかし開花期前後の日照不足というのは本道の場合、太平洋側沿岸部ではしばしばおこる気象条件であるにもかかわらず、日照不足が原因と思われる著しい不稔の報告は数少ない。道内で不稔が多発し、かつ品種・系統間差が認められた事例として、1988年の道立十勝農試⁵⁾および道立北見農試⁴⁾の試験成績がある。1988年の十勝農試では多い系統では40%の不稔が発生しており、早生品種ほど不稔の発生が多い傾向にあった⁵⁾。気象状況は、7月中下旬が低温と中旬の日照不足で、また8月中下旬が日照不足であった⁵⁾。北見農試でも不稔が多発しており、多い系統では70%近く発生していた⁴⁾。気象状況は、日照不足は絹糸抽出以後特にはみられず、7月中旬下旬が低温で特に日最低気温が中旬で11.0度、下旬で9.9度と平年よりそれぞれ3.5度および6度低かった⁴⁾。この2つの事例は絹糸抽出前の低温と、十勝農試ではさらに日照不足も関与していると考えられるが、1999年の北農試の不稔は高温であり、機作理由が異なると考えられる。

降雨の影響について、7月28日から8月2日まで連続して降雨があり(図1)、湿度が高い状態にあったもの

と思われ、そのため開花が制限され花粉の飛散量が不十分であったことが考えられるが、開花期が8月3日以降で開花の差が2日以内の系統でも不稔が多発している自殖系統がみられた。また8月2日および8月6日には短時間に多量の降雨があり(図1)、それによって葯が落ちてしまい、花粉の飛散量が不十分であったということも考えられるが、8月3日以降の雄穂開花期のF₁品種にはほとんど不稔がみられなかった。また九州地域で栽培されるトウモロコシはそのほとんどが梅雨時期の高湿度条件で短時間に多量の降雨がある時期に開花期を迎えるにもかかわらず、このような著しい不稔の報告は見当たらない。以上のことから、雨および高湿度による花粉の飛散量が不十分なことによる受粉失敗が不稔の主たる要因とは考えられなかった。

1999年の札幌の気象の特徴である高温、特に最低気温が非常に高かったということと日照不足を考慮して、不稔の発生原因について次のように推察した。すなわち7月23日から8月2日までは高温で生長速度が促進されたのにも関わらず、日照不足のため光合成が十分に行われず、一時的に同化産物が不足し、そのことが絹糸抽出の遅延や絹糸の受精機能の低下をもたらしたと考えられる。しかし3日以降天候が回復し、十分な日射量が得られたので、生育が旺盛であるF₁では正常に回復して、不稔は発生しなかったのに対し、自殖系統はその後も影響が残ったものと考えられる。

育種的観点からみると、受粉の失敗を避けるうえで、開花の差が小さい品種・系統を選抜することは有益なことである。不稔の多発した品種・系統は気象条件の影響から特定の熟期に集中したものと考えられるが、その熟期に属する品種・系統間にも不稔の発生程度に差異がみられた(図6、図7、図8)ことは、高温・低日照下での不稔発生に対する耐性に遺伝的変異があることを示唆している。開花の差が小さく、不稔発生程度の低い自殖系統を用いたF₁系統は同様に開花の差が小さく、かつ不稔発生程度が低かった(図9、表5)ことから、安定多収F₁品種育成のためには、高温低日照下でも不稔発生の低い自殖系統を用いる必要があると考えられる。

引用文献

- 1) EARLY, E. B., MILLER, R. J., REICHERT, G. L., HAGEMAN, R. H. and SEIF, R. D. 1966. Effects of shade on maize production under field conditions. *Crop Sci.* 6, 1-6.
- 2) EARLY, E. B., MCLLRATH, W. O., SEIF, R. D. and HAGEMAN, R. H. 1967. Effects of shade applied at different stages of plant development on corn

- production. *Crop Sci.* 7, 151-156.
- 3) HERRERO, M. P. and JOHNSON, R. R. 1980. High temperature stress and pollen viability of maize. *Crop Sci.* 20, 796-800.
- 4) 北海道立北見農業試験場牧草科. 1989. 飼料作物の育種に関する試験成績書.
- 5) 北海道立十勝農業試験場とうもろこし科. 1989. 昭和63年(1988)度とうもろこし育種試験成績書.
- 6) 岩田文男. 1973. トウモロコシの栽培理論とその実証に関する作物学的研究. 東北農試研報 46, 63-129.
- 7) LYAKH, V. A. 1991. Effects of high temperatures high on mature pollen grains in wild and cultivated maize accessions. *Euphytica.* 55, 203-207.
- 8) SCHOPER, J. B., LAMBERT, R. J. and VASILAS, B. L. 1986. Maize pollen viability and ear receptivity under water and high temperature stress. *Crop Sci.* 26, 1029-1033.
- 9) SHAW, R. H. and LOOMIS, W. E. 1971. Black layer development in corn. *Agron. J.* 63, 30-305.
- 10) WOOLEY, D. G., BRRANCCO, N. P. and RUSSELL, W. A. 1962. Performance of four corn inbreds in single-cross hybrids as influenced by plant density

and spacing patterns. *Crop Sci.* 2, 441-444.

摘 要

1999年に北海道農試トウモロコシ育種圃場で発生した雌穂の不稔について、その品種・系統間差異ならびに気象条件との関係について検討した。不稔については、F₁品種・系統、自殖系統ともに系統間差異が認められた。不稔と雄穂開花期と絹糸抽出期のずれの大きさとの間には負の相互関係が有意に認められ、ずれの大きなものに不稔が著しかった。しかし、開花のずれの小さい品種・系統の中にも不稔の多発するものがみられた。不稔の発生は雄穂開花期が7月28日から8月2日に属する品種・系統に多くみられた。この期間は気温が高く、特に最低気温が平年より高く、かつ日照時間が極端に少なく、連続して降雨があった。このため、高温で生育が促進されたのにも関わらず、日照不足により同化産物の不足して絹糸の機能が低下したことが不稔が多発した主要因と考えられる。不稔の多発した熟期群の品種・系統にも不稔の少ないものがあること、および不稔の少ない自殖系統を用いたF₁系統も不稔の発生が少ないことから、高温、低日照下での不稔発生に対する耐性には遺伝的変異があり、安定多収F₁品種育成のためには、不稔の少ない自殖系統を用いる必要があると考えられる。