

飼料用トウモロコシ二期作を想定した栽培試験における「おおぞら」の諸特性

深沢芳隆・生井和夫¹⁾・矢萩久嗣

要 約

本試験では極早生飼料用トウモロコシ品種「おおぞら」を二期作の1作目で用いることを想定して、品種比較の他、栽植密度、刈取時期の影響を調査した。また二期作の2作目を想定した品種比較試験も実施した。

4月播種における極早生品種の特性比較において、乾物総重及び推定TDN総重は品種間で有意な差はなかった。「おおぞら」において、茎葉の乾物率の上昇速度は遅かったが雌穂のそれはより速かった。乾物総重は7月25日まで上昇し、その後ほとんど変わらずに推移した。茎葉、雌穂ともに栽植密度が高いほど乾物収量が高かった。

8月播種において、雌穂及び全体の乾物率は全播種日で「おおぞら」が最も高かった。「ゆめつよし」、「KD772スーパー」の乾物総重は播種日が早いほど高かった。「おおぞら」は乾物総重が播種日の違いにかかわらず低かったため、二期作の1作目のみに適していると考えられた。

キーワード：トウモロコシ、二期作、おおぞら、栽植密度

緒 言

飼料用トウモロコシ(以下「トウモロコシ」とする)は我が国の土地利用型畜産を支えるうえで不可欠な基幹飼料作物であり、特に搾乳牛の飼料設計に欠かせない粗飼料として広く利用されている。トウモロコシサイレージの多給により牧草に比べて圃場面積あたりの乳牛飼養可能頭数や生産乳量が高まること¹⁾が示されており²⁾、飼料自給率の向上が求められる中で、高栄養で多収なサイレージ用トウモロコシの重要性はますます高まっている。茨城県のトウモロコシ栽培面積は畜産農家の減少とともに年々少しずつ減少しているものの、依然としておよそ2600 haあり、自給飼料生産におけるトウモロコシの占める割合は高い。またトウモロコシは他の飼料作物よりTDN(可溶性養分総量)収量が高いため、生産性を向上させる栽培方法や優良品種を農家に提示することは飼料自給率向上のための有効な方法である。トウモロコシは他の飼料作物草種より市販品種数が多く、加えて品種の改廃が短期間に行われることから、本県を始め、全国の試験研究機関で継続的に品種比較試験が実施されている^{1-3,9-11)}。

トウモロコシの二期作は県内では現在のところあまり普及していないが、九州地域では主要な方法となっている。トウモロコシの二期作は一作のみの場

合より年間収量が増加すること、及びたい肥を効率的に圃場に還元、肥料として有効利用できることから、農家の利益及び飼料自給率を向上させる上でも、また環境負荷を低減する上でも有用と考えられる。「おおぞら」は独立行政法人・北海道農業研究センター育成の品種であり⁵⁾、関東地域では極早生に位置づけられる(RM(相対熟度)95程度)。本品種はその育成地及び熟期から北海道・東北地域または比較的高標高の冷涼な気候での栽培を想定して育成されたものと考えられるが、温暖地である当センターで実施している品種選定試験でも安定して同熟期の市販品種より多収である(2003年:「おおぞら」164.4、「LG2305」153.0, 2004年:「おおぞら」183.4,「KD459」165.9(数字は乾物総重(kg/a))ことから県の奨励品種にも指定され、本県でトウモロコシの二期作を行う場合その1作目に適していると考えられる。

このような背景から、本試験では「おおぞら」を二期作の1作目で用いることを想定して、他の市販極早生品種との比較を行ったほか、「おおぞら」で栽植密度、刈取時期の影響を調査した。また二期作の2作目を想定した栽培試験も行い、年間の生産量及び適切な1作目の刈取時期、2作目の播種時期等を検討した。

材料および方法

1) 農事組合法人奥久慈しゃも生産組合

トウモロコシ(*Zea mays* L.)の栽培試験は茨城県

畜産センター（茨城県石岡市（9月30日までは同新治郡八郷町））内の圃場で2005年に実施した。今回供試した試験において、1区面積は8.4m²、2反復乱塊法とした。播種は2粒播きとし、間引き後一本立ちとした。施肥処理はN:P₂O₅:K₂O=45,15,35kg/10a（うちN:P₂O₅:K₂O=30,0,20kg/10aは緩効性肥料）とし、全量基肥で施用した。刈取調査では区内で平均的な生育を示した5~10個体の地上部を採取、茎葉と雌穂に分割した。それぞれの乾燥・粉碎試料についてADF含量を測定した。TDN含量の推定は、推定TDN含量(乾物中%)=89.89-0.752×ADF含量(乾物中%)⁹⁾により行い、推定TDN収量(kg/a)は乾物収量(kg/a)×推定TDN含量(乾物中%)/100により算出した。2005年4月から11月の平均気温は18.3℃（平年17.9℃）、積算降水量は853mm（同1101mm）、積算日照時間は1258時間（同1204時間）であった。

1 市販極早生品種の特性評価

「おおぞら」、「38F10」、「KD459」、「KD500」の4品種を4月15日に播種した。栽植密度は7143本/10a（畝間70cm×株間20cm）とし、7月25日に刈取調査を実施した。また「おおぞら」は同19日及び8月1日にも刈取調査を実施した。

2 4月播種における栽植密度と諸特性の関係

「おおぞら」について、4水準（畝間70cm×株間10cm（14286本/10a）、同70×15cm（9524）、70×20cm（7143）、70×25cm（5714））の栽植密度で4月15日に播種し、7月25日に刈取調査を実施した。

3 8月播種における市販トウモロコシ品種の特性評価

「おおぞら」、「ゆめつよし」、「KD772スーパー」の3品種を供試した。播種は8月1日、同8日、同17日に実施した。刈取調査は8月1日及び8日播種の「おおぞら」は黄熟期に達していた11月3日に、その他については平年の平均気温が10℃程度となり、以後の有効積算温度の上昇がほとんど見込めないと考えられた11月15日に実施した。なお、8月8日播種のゆめつよしについては12月6日及び同14日にも刈取調査を実施し、主として降霜に起因する乾物率の上昇の推移も調べた。

4 有効積算温度

「おおぞら」の播種から絹糸抽出期までの積算温度を算出した。積算温度の計算には水戸地方気

象台の平均気温を使用し、有効積算温度は関らの報告⁹⁾に基づき、6℃以上のそれを算出した。

結果および考察

極早生品種の特性比較において、稈長は38F10が最も高く、次いでKD500、おおぞら、KD459の順であった。絹糸抽出期及び着雌穂高は品種間に有意差は認められなかった。乾物率の平均値は茎葉、雌穂、全体ともに「おおぞら」が最も低かった。推定TDN含量は「おおぞら」が有意に低かったが、茎葉、雌穂の乾物収量、乾物総重及び推定TDN総重はともに品種間に有意な差はなかった(表1)。これらのことから、「おおぞら」は他の極早生品種とほぼ同程度の特性を持っていると考えられた。

「おおぞら」において、7月19日から8月1日の範囲内では茎葉、雌穂とも刈取日が遅くなるほど乾物率が直線的に高くなる傾向にあった。雌穂の乾物率と茎葉のそれを比較すると、茎葉の乾物率の上昇速度が遅かった(7月19日から8月1日までの13日間で約3%上昇)のに対し、雌穂のそれはより速く(同約25%)、雌穂の乾物率の上昇が全体の乾物率の上昇により大きく寄与していた(図1)。理由として、この時期が雌穂の登熟が進む時期であることが考えられた。雌穂の乾物収量は刈取時期の推移に伴い直線的に増加した。一方茎葉のそれは7月25日まではやや増加傾向にあったものの、それ以降若干減少する傾向にあった。そのため、乾物総重は7月25日まで上昇し、その後ほとんど変わらずに推移した(図2)。乾物中の推定TDN含量(%)は7月19日で68.3、7月25日で68.8、8月1日で71.1であり、雌穂収量の高い8月1日でやや高い傾向にあったが、推定TDN総重の推移は乾物総重のそれとほぼ同様であった。栽植密度と雄穂抽出期、絹糸抽出期、稈長、着雌穂高、乾物率、推定TDN含量との間に一定の関係は認められなかった(表2)。しかし茎葉、雌穂ともに、栽植密度が高いほど乾物総重が高く、株間10cmでは約280kg/aに達した(図3)。また乾物総重に占める雌穂重の割合は、栽植密度(本/10a)の影響を受けなかった($r=0.13$ (n.s.))。一般に栽植密度が高いほど面積あたりの乾物総重は増加する^{6,12)}。「おおぞら」は極早生で密植適性が高いと考えられるが、それでも最適播種量は10aあたり6800~8000本とされている⁹⁾。本試験では倒伏や不稔は観察されなかったが、極端な密植により、倒伏や不稔が生じやすくなることが懸念される。また、本試験で最も密植した区の栽植密度

表1 4月播種試験における供試極早生トウモロコシ品種の諸特性

品種	絹糸抽出期 (月/日)	稈長 (cm)	着雌穂高 (cm)	乾物率(%)			乾物収量(kg/a)			推定TDN 含量(%)	推定TDN 総重 (kg/a)
				茎葉	雌穂	全体	茎葉	雌穂	総重		
おおぞら	6/26	272.8 b	110.1	18.1	39.3	22.7	111.3	66.1	177.4	68.8 b	122.1
38F10	6/27	289.8a	104.7	21.7	42.1	26.8	111.5	71.7	183.2	70.5a	129.1
KD459	6/26	265.8 b	115.6	20.7	40.3	25.6	111.5	71.1	182.6	70.4a	128.6
KD500	6/27	274.9 b	115.8	22.0	38.6	26.1	116.9	66.3	183.2	70.4a	129.0

異なる符号間に有意差あり (Tukey, P<0.05)

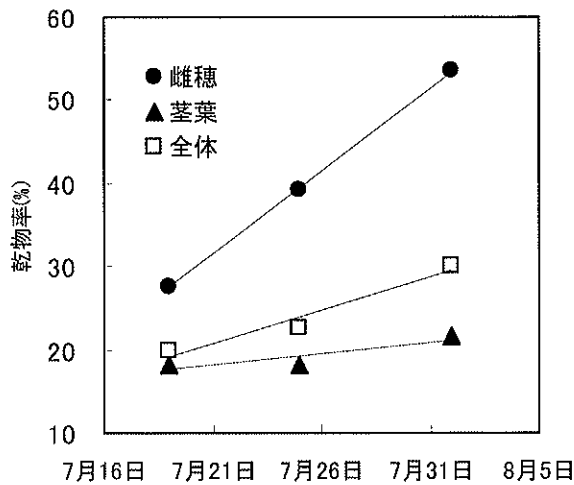


図1 「おおぞら」における刈取時期と乾物率の関係(4月播種)

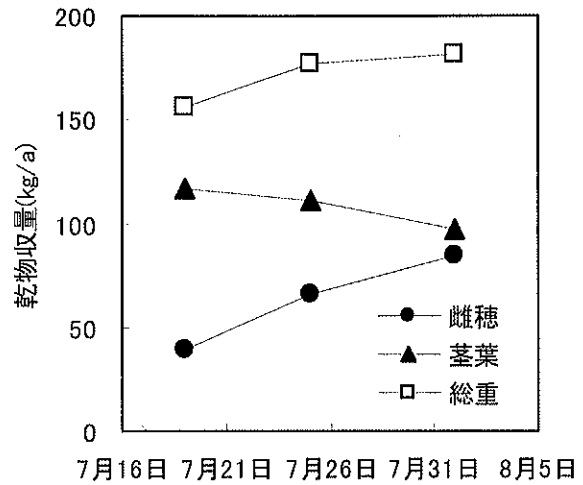


図2 「おおぞら」における刈取時期と乾物収量(4月播種)

(14286本/10a)は通常のトウモロコシ栽培と比べても極端に高い。以上のことから「おおぞら」の播種量は最大でも70cm×15cm(同9523本/10a)程度にとどめるのが現実的と考えられる。

8月播種試験において、全ての播種日で、「おおぞら」は他の品種より早く絹糸抽出期に到達した。稈長は全ての播種日で「ゆめつよし」、「おおぞら」、「KD772スーパー」の順で高く、着雌穂高も「ゆめつよし」が高かった。なお、各品種とも絹糸抽出期は播種日が遅いほど遅かったが、稈長、着雌穂高は播種日間で大きな差はなかった。雌穂及び全体の乾物率は全播種日で「おおぞら」が最も高かった。そして播種日に注目すると、供試全品種で播種日が早いほうが茎葉、雌穂、全体ともに乾物率が高かった。また、8月17日播種の「ゆめつよし」と「KD772スーパー」は刈取時に乳熟期にも達せず、雌穂の乾物率も15%程度と極めて低かった。乾物総重は概ね播種日が早いほうが高い傾向にあった。すなわち、「ゆめつよし」、「KD772スーパー」は播種日が早いほど乾物総重が高かった。しかし、「おおぞら」は播種日

が乾物総重に及ぼす影響は少なかった。8月17日播種における「ゆめつよし」、「KD772スーパー」の乾物総重は「おおぞら」と同程度であったが、それ以外の播種日では明らかに「おおぞら」より多収であった。部位別に見ると、各品種とも茎葉の乾物収量は播種日の影響が少なかったのに対して、雌穂のそれ及び乾物総重は播種日が早いほど高く、雌穂の収量が乾物総重により大きく影響していた。推定TDN含量は播種日間の比較では、「ゆめつよし」と「KD772スーパー」は播種が早いほど高い傾向にあったが、各播種日ともに品種間に有意な差はなかった(表3)。「おおぞら」の乾物総重は播種日の違いにかかわらず、約100kg/aと低く、また8月1日、8日播種では霜が当たる前に黄熟期に達した。早く登熟することは一見利点のように思われるが、刈取適期幅が晩生品種より短くなることが予想される。

「おおぞら」は「ゆめつよし」や「KD772スーパー」よりもすす紋病に弱い(表4)。この理由として、早晩性が異なること、温暖地で8月に播種することを想定して育成された品種でないことがあげられる。濃沼らの報告¹⁾では「おおぞら」のすす紋病抵

表2 異なる栽植密度における「おおぞら」の諸特性（4月播種）

栽植密度 (本/10a)	雄穂 抽出期 (月/日)	絹糸 抽出期 (月/日)	稈長 (cm)	着雌穂高 (cm)	乾物率(%)			推定TDN 含量(%)
					茎葉	雌穂	全体	
5714	6/23	6/26	275.2	112.0	18.5	39.6	23.0	69.2
7143	6/23	6/26	305.7	138.4	19.7	38.8	23.3	67.8
9524	6/23	6/26	291.4	117.2	17.0	40.6	21.8	67.5
14286	6/24	6/27	292.0	127.4	18.9	38.5	23.0	67.8
栽植密度との相関	0.91	0.91	0.22	0.21	-0.08	-0.34	-0.15	-0.57

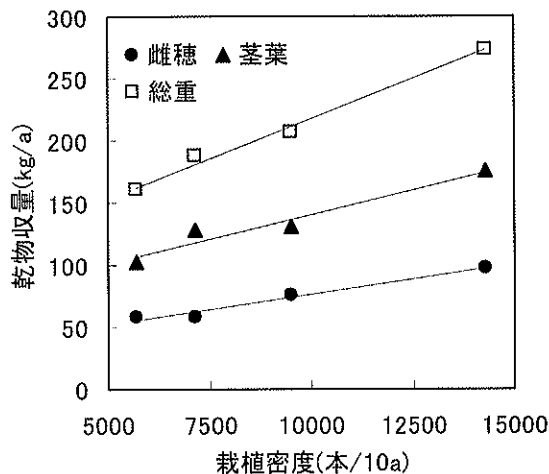


図3 「おおぞら」における栽植密度と乾物収量の関係(4月播種)

抗性は「中」とされているが、あくまでこれは寒冷地向けの極早生品種としてのものである。8月播種試験で「おおぞら」の乾物総重が低かったこととあわせて考えると、「おおぞら」は二期作を実施する場合には、その1作目のみに適していると考えられる。

「ゆめつよし」において、茎葉の乾物率の上昇は11月中旬以降、約30日で約10%であったのに対して、雌穂のそれは約4%にとどまった。そのため、全体の乾物率の上昇には茎葉のそのの上昇がより寄与しており(図4)、先に述べた4月播種の「おおぞら」とは逆の傾向にあった。この理由として、刈取時期の気温が低いために雌穂の登熟はあまり進まず、一方茎葉は降霜によって枯れ上がったことが考えられた。

「おおぞら」における播種から絹糸抽出期までの有効積算温度は764~897℃の範囲内であった。播種期によって有効積算温度に違いが認められたが、その理由としては、「おおぞら」が日長にもある程度反応している可能性があること、「おおぞら」については6℃が基準温度として適切でない可能性があ

ること等が考えられるが、現段階では不明である。

本試験で1作目を4月15日に播種、7月25日に刈取った「おおぞら」(栽植密度9523本/10a)の乾物総重(kg/a)、推定TDN含量(乾物中%),推定TDN総重(kg/a)はそれぞれ203.3, 67.5, 137.3, 8月1日に播種、11月15日に刈取った「ゆめつよし」のそれは159.6, 71.0, 113.3, 全体では362.9, 69.1, 250.6であった。一方、同一年に隣接圃場で実施したトウモロコシの品種比較試験(極早生から晩生までの20品種を供試, 5月18日播種, 施肥処理は本試験と同じ, 栽植密度7142本/10a)で最も多収であった「タカネスター」の乾物総重(kg/a), 推定TDN含量(乾物中%), 推定TDN総重(kg/a)はそれぞれ272.3, 71.0, 193.4であった。年間の乾物収量と推定TDN収量を比べると、二期作をすることによって、それぞれ90.6, 57.2kg/a, 率として約30%の増収が見込める。このことから茨城県においてもトウモロコシの二期作が可能かつ有効であることが示唆された。

年間を通したトウモロコシを主体とする作付体系としては、トウモロコシの一期作のみ、トウモロコシの二期作の他に、トウモロコシとソルガムの混播栽培やトウモロコシ-冬作(イタリアンライグラスや各種麦類)体系があげられる。本試験では後の二者については検討していないが、収量的にトウモロコシの二期作と大差ないと仮定した上でトウモロコシの二期作とトウモロコシとソルガムの混播栽培を比較すると、後者は1回の播種で2回の収穫が可能であり、より省力的であるという長所がある反面、1番草でトウモロコシとソルガムの混合物を収穫すること及び2番草のソルガムの収量を確保するためにトウモロコシ単播と比べてやや早刈になりがちになることで1番草の乾物率が低くなること、2番草のソルガムの栄養価がトウモロコシより劣ることが短所としてあげられる。また、トウモロコシ二期作とトウモロコシ-冬作(イタリアンライグラスや各種麦類)体系を比較すると、後者はトウモロコシ刈取後、冬作の播種まで時間的に余裕があること、盛夏期の

表3 8月播種試験における供試トウモロコシ品種の諸特性

播種日	品種	絹糸 抽出期 (月/日)	稈長 (cm)	着雌 穂高 (cm)	乾物率(%)			乾物収量(kg/a)			推定TDN 含量(%)	推定TDN 総重 (kg/a)
					茎葉	雌穂	全体	茎葉	雌穂	総重		
8/1	おおぞら	9/16	239.6	89.1	28.3	53.0	37.6	47.1	53.7	100.8	69.5	69.9
	ゆめつよし	9/24	256.5	118.6	19.5	44.7	26.2	86.9	72.7	159.6	71.0	113.3
	KD772スーパー	9/23	221.2	96.8	19.4	40.6	24.8	86.1	62.1	148.2	70.2	104.0
	LSD(5%)	n.s.	17.3	26.0	n.s.	4.5	6.9	25.4	8.8	34.1	n.s.	23.8
8/8	おおぞら	9/21	232.9	105.0	19.1	46.2	27.1	46.3	46.7	93.0	70.3	65.4
	ゆめつよし	10/2	243.9	117.1	18.9	33.3	22.2	85.0	46.5	131.5	69.8	91.7
	KD772スーパー	9/29	217.4	98.8	19.4	29.4	21.6	83.4	36.7	120.1	69.1	83.0
	LSD(5%)	1.8	20.5	11.5	n.s.	8.5	4.0	28.1	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
8/17	おおぞら	10/4	235.9	98.5	17.1	33.1	20.6	60.6	33.2	93.7	69.3	65.0
	ゆめつよし	10/16	247.3	112.3	17.4	15.0	17.0	95.1	16.7	111.9	67.3	75.2
	KD772スーパー	10/13	212.5	92.2	17.8	14.4	17.3	83.5	11.2	94.7	67.8	64.2
	LSD(5%)	3.1	15.6	9.4	n.s.	7.1	1.4	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s. : 有意差なし

表4 8月播種試験におけるすす紋病罹病程度

品種	罹病程度(1(無)~9(甚))		
	8/1	8/8	8/17
おおぞら	6.0	3.5	3.0
ゆめつよし	2.5	2.5	2.0
KD772スーパー	1.5	1.0	1.0

2005年10月6日調査

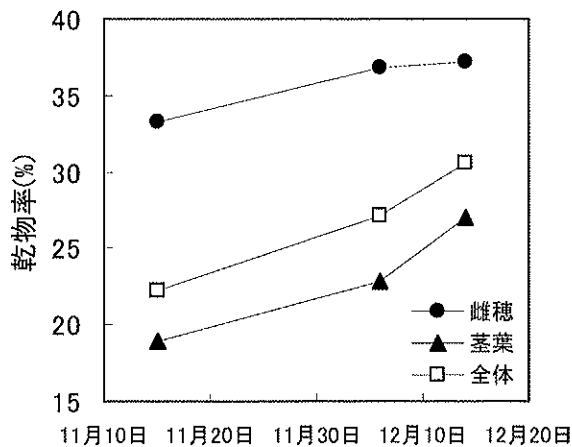


図4 「ゆめつよし」における刈取時期と乾物率の関係(8月8日播種)

表5 おおぞらの播種から絹糸抽出期までの有効積算温度

播種日	絹糸抽出期	有効積算温度 (6°C基準)
4/15	6/26	764
8/1	9/16	897
8/8	9/21	821
8/17	10/4	836

作業量が少ないという長所がある反面、播種機や収穫機械がトウモロコシと冬作で異なるために、これら機械への投資(コスト)が増えることが短所としてあげられる。以上のこれら体系の長所、短所を総合的に考慮した上で、個々の農家に適した作付体系を選定するのが望ましい。

今回供試した極早生4品種の中で「おおぞら」の特性は特に優れているとはいえなかった。その理由として、過去に当場で実施した品種比較試験の播種時期が5月中旬~下旬であり今回の条件と異なることが考えられた。実際別に行った品種比較試験(詳細は前述)でも「おおぞら」の収量性は高かった(「おおぞら」214.3, 「38F10」189.1, 「KD459」197.1(数字は乾物総重(kg/a))。それでも、茎葉、雌穂の乾物率が低かったことを除くと、4月播種における「おおぞら」の特性は他の3品種と大差ない。またさらに栽植密度を高めることにより、ある程度収量を高めることも可能である。ただ二期作の1作目は2作目の収量を確保するために、黄熟期になる前に刈取せざるを得ない場合が多いと考えられ、また播種密度の調整で乾物率を高めることはできないため、もし材料草の水分含量を少しでも低くしたいのであれば「おおぞら」以外の品種(「38F10」など)を用いた方がよいかもしい。

トウモロコシの二期作で合計収量を多くするための要因としては、品種、栽植密度の他に1作目の刈取日、2作目の播種日の設定もあげられる。「おおぞら」-「ゆめつよし」体系(栽植密度7142本/10a)を仮定し、「7月25日刈取-8月1日播種」と「8月1日刈取-8月8日播種」を比較すると、前者の合計乾物総重(kg/a)、合計推定TDN総重(kg/a)はそれぞれ

337.0, 235.4, 後者のそれは313.1, 220.9となり、ともに前者が高かった。また8月播種試験では「ゆめつよし」だけでなく「KD772スーパー」も播種日が遅くなると直線的に乾物総量が減少する傾向にあった。これらから、少なくとも本試験で供試した品種、本試験を実施した播種日、刈取日の範囲内では、2作目の播種を早くしたほうが、また1作目の刈取から2作目の播種までの期間を短縮した方が多収になる考えられた。特に1作目と2作目の間隔を狭めることは、トウモロコシの生育に際して、夏期の日射や高温を有効利用する上でも重要と考えられる。

今回「おおぞら」に着目してこれら試験を実施したことにより、茨城県でのトウモロコシの二期作に関する基礎的な情報も得ることができた。今後の県内での二期作の普及状況によっては、それに対応した極早生及び晩生・遅播用品種の選定等の試験を実施していく必要が生じるかもしれない。

文 献

- 1) 赤星波・根本勝男・中岡道明・鈴木英男・木原良之(1992)トウモロコシの品種比較. 神畜試研報 82 124-134
- 2) 深沢芳隆・吉尾卓宏・津田公男(2003)市販飼料用トウモロコシ品種における乾物収量と早晩性の関係および乾物収量の年次間変動. 茨城畜セ研報35, 7-14
- 3) 原田満弘・恒吉利彦・黒江秀雄・西俊彦(1986)サイレージ用トウモロコシ品種選定試験. 鹿児島畜試研報 18 123-132
- 4) 北農会(1991)牧草・飼料作物の栄養価評価の手引
- 5) 濃沼圭一・三浦康男・佐藤尚・榎宏征・高宮康宏・三木一嘉(2004)サイレージ用トウモロコシの耐倒伏性・多収品種「おおぞら」の育成. 北海道農研研報180 1-17
- 6) 櫛引英男(1979)寒冷地におけるサイレージ用トウモロコシの原料生産特性と早晩性品種群の配合に関する研究Ⅱ. 早晩性品種群の収量および原料品質に及ぼす栽植密度の影響. 日草誌25(2)136-143
- 7) 大下友子(2000):高泌乳牛に対する良質自給飼料の利用による飼料自給率の改善. 北草研報 34, 12-14
- 8) 関正博・藤原泉・大浦俊彦・寺沼昇・中山貞夫(1996)飼料用トウモロコシの熟期予測 1 予測方法について:茨城畜試研報23, 15-29
- 9) 高橋厚・飯塚弘明・板橋正六・下田尚樹(1995)長大作物(トウモロコシ)の品種特性調査. 群馬畜試研報 2 99-104
- 10) 武政安一・吉田宣夫・柿本卓(1993)サイレージ用トウモロコシの品種比較試験(15). 埼玉畜試研報 31 57-61
- 11) 綱島照元(1987)大阪府における青刈トウモロコシの品種選定について. 大阪農技セ研報24 77-82
- 12) 内田仙二・伊藤現由・堀米隆男(1982)トウモロコシの栽培条件とサイレージの品質並びに資料価値-栽植密度とトウモロコシの構成組成及び収量との関係. 日草誌28(別)249-250

The characteristics of "Ohzora" assuming maize (*Zea mays* L.)
double cropping for folage.

Yoshitaka FUKAZAWA, Kazuo NAMAI and Hisashi YAHAGI

Summary

We evaluated the characteristics of extremely early maturing maize (*Zea mays* L.) cultivars assuming first crop of double cropping, and investigated the influence of planting density and cutting time of "Ohzora". Variety tests (three pieces of seeding time) assuming second crop of double cropping were also carried out.

In variety test assuming first crop (sowed in April), the differences of dry matter yield and those of estimated TDN yield were not significant. In "Ohzora", dry matter ratio of stover rose gently but that of ear rose more rapidly. Dry matter yield increased as time passed until July 25th, and changed hardly after that. Dry matter yield increased in both of stover and of ear as planting density became higher.

In variety tests assuming second crop (sowed in August), "Ohzora"'s dry matter ratio of ear and whole-plant were highest in all tested seeding dates. Dry matter yield of "Yumetsuyoshi" and "KD772super" decreased to the extent that the seeding date became late.

We concluded that "Ohzora" was suitable only for first crop of double cropping because it's dry matter yields sowed in August were low level compared to late maturing maize cultivars such as "Yumetsuyoshi" and "KD772super".

key words : maize, double cropping, "Ohzora", planting density