

サイレージ用トウモロコシの栽植密度と生産力

—Performance Indexによる評価—

江柄 勝雄・池谷 文夫・宮下 淑郎
(北海道農試)

緒 言

植物の個体密度と個体重との間には、原則的に反比例の関係があり、単位土地面積あたり生産量は一定となる⁶⁾。しかし、生育期間が短い場合等においては、密植の効果が認められることが多い。

サイレージ用トウモロコシの場合、乾物収量だけを目的にする場合は密植ほど多収となり、3,600個体/aでも極値に達しないことが報告されている^{3,12)}。乾物やTDNの量だけでなく、品質を加味する場合は最適密度を決めるのが難かしくなるが、窪田ら⁸⁾は北海道南西部では1,000個体/aが好適とし、海外では900~1,500個体/aを適当とする報告が多い^{4,7,9,10,11)}。また、将来の方向として草丈1.2~1.5mのトウモロコシを3,700個体/a栽植し、雌穂収量を300kg/a以上とする可能性も指摘されている²⁾。

そこで著者らは、収量だけでなく、品質を加味した場合の最適栽植密度を検討するため若干の試験を行い、Performance Index (PI) によって評価してみたのでその結果を報告する。

材料と方法

試験は1983~85年の3年間いずれもJ×162A(晩生)を用いて行った。栽植密度および施肥量は表1のとおりである。播種期は早播き、晩播きの2水準とし、早播きにあつては栽植密度の3水準について、晩播きにあつては中密度だけの計4処理について試験した。播種月日は、83年：5/18, 5/27; 84年：5/18, 5/28; 85年：5/17, 5/27とした。試験配置は乱塊法3反復、1区面積は14.7m²(3.6×4.1m)とした。

TDN収量の推定は、北海道農試畑作物家畜導入研究室のデータ⁵⁾を用いて、同農試草地開発第2部飼料作物第1研究室長(当時)岡部俊博士が作成した次式によつた。

$$TDN(kg/a) = \text{雌穂重} \times 0.8 + \text{茎葉重} \times 0.496 - 1.8$$

Adaraら¹⁾は、子実用トウモロコシの育種にあつて、生子実重をその水分で割つてPIを算出しているが、本報告ではこの方法に準じ、乾物またはTDN収量を収穫物の水分で割つてPIを算出した。PI(DM)は乾物収量に関するPI、PI(TDN)はTDN収量に関するPIを示す。

表1 栽植密度および施肥量

栽植密度	個体数 (個体/a)	畦幅 (cm)	株間 (cm)	施肥量*(kg/a)		
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O
低	694	60	24.0	1.46	2.89	1.35
中	794	60	21.0	1.67	3.30	1.54
高	901	60	18.5	1.89	3.74	1.75

*各栽植密度とも個体あたりの施肥量は同じ(N:2.1; P₂O₅:4.16; K₂O:1.94g)、基肥%, 4葉期追肥%, 基肥としてこの他に苦土炭カル20kg, 堆肥500kg。

結果と考察

1. 草丈、雌穂数、茎の太さ

草丈の3年間の平均値は、228～233cmで、栽植密度および播種時期による差は明らかでなかつた。

表2 草丈、穂数、収量およびPerformance Indexに及ぼす栽植密度の影響

播種期	栽植密度	年次	草丈 (cm)	* 穂数	茎基太さ (mm)	乾物収量 (kg/a)		TDN 収量 (kg/a)	水分	P I (DM)	P I (TDN)
						雌穂	全重				
早	低	1983	220	1.17	17.8	47.9	117.1	72.5	0.779	150.3	93.0
		1984	240	1.25	20.2	98.0	168.7	113.3	0.636	265.4	178.2
		1985	233	1.19	20.1	83.4	168.1	108.6	0.725	232.2	150.0
		平均	231	1.20	19.4	76.4	151.3	98.1	0.713	216.0	140.4
	中	1983	220	1.12	16.9	47.4	119.1	73.3	0.779	153.0	94.2
		1984	244	1.16	19.6	92.3	160.3	107.4	0.682	241.1	161.4
		1985	233	1.26	20.2	87.3	175.3	113.3	0.729	240.6	155.5
		平均	232	1.18	18.9	75.7	151.6	98.0	0.730	211.6	137.0
	高	1983	220	1.00	16.0	46.0	118.8	72.7	0.785	151.3	92.7
		1984	232	1.16	19.5	112.4	197.7	132.0	0.644	307.3	205.3
		1985	233	1.33	19.4	101.0	199.2	129.3	0.734	271.3	176.1
		平均	228	1.16	18.3	86.5	171.9	111.4	0.721	243.3	158.0
晩	中	1983	230	1.12	17.5	43.7	120.4	72.8	0.791	152.3	92.1
		1984	240	1.07	20.7	78.9	166.2	106.2	0.713	234.1	149.7
		1985	229	1.51	18.0	63.2	145.5	91.2	0.772	188.4	118.1
		平均	233	1.23	18.7	61.9	144.0	90.1	0.759	191.6	120.0

注) * 絹糸抽出した雌穂の数 (本 / 個体)

た(表2)。個体あたりの絹糸抽出した雌穂の数は、早播きの場合の3年間の平均値は1.16～1.20で、密植によって少なくなる傾向がみられたが、年次変動もあり、明らかな傾向とは考えられなかった。茎基部の太さは、早播きの場合18.3～19.4mmで、密植によって茎が細くなった。

2. 個体重と雌穂割合

個体重は、低温年の83年においては密植ほど小さくなり(低密度: 169g～高密度: 132g)、高密度と低密度の間には有意差が認められた(表3)。また、3年間平均では、低密度は218g、中・高密度はいずれも191gで、この間の差は有意であった。中密度と高密度の個体重が等しいことは、後述するように、高密度区に多収をもたらす要因となっている。

雌穂割合は、サイレージ用トウモロコシを評価する場合の1つの重要な指標とされるが、この値は低温年の83年においては栽植密度による差がみられ、密植ほど低くなった(低密度: 40.9～高密度: 38.7)。3年間の平均値は、49.5～48.7で密植ほど低くなったが、処理間の差は小さかった。

3. 収量とPerformance Index

雌穂重は、低温年の83年においては、早播きの場合、46.0～47.9kgで、密植区ほど小さくなった。しかし、高温年の84、85両年においては、いずれも高密度区で雌穂重が大きくなった(表2)。

全乾物収量とTDN収量をみると、低密度区と中密度区の差は小さいので、両者の平均を出し、こ

れを100とした場合の、高密度区の収量を表4に示した。

低温年の83年においては、乾物収量、TDN収量、PI(DM)は、いずれも低・中密度と高密度が同じであり、PI(TDN)は低・中密度の100に対して、高密度が99になっている。これは、TDN収量が同じでも、水分がやや高い高密度では、PIが低くなることを示している。

表3 個体重と雌穂割合に及ぼす栽植密度の影響

項目 密度 試験年	個 体 重 (乾物, g)			雌 穂 割 合 (%)		
	低	中	高	低	中	高
1983	169	150	132	40.9	39.8	38.7
1984	243	202	219	58.1	57.6	56.8
1985	242	221	221	49.6	49.8	50.7
平均	218	191	191	49.5	49.1	48.7

表4 収量とPIに及ぼす密植の影響(早播き)

項目 密度 試験年	乾物収量		TDN収量		PI(DM)		PI(TDN)	
	低・中	高	低・中	高	低・中	高	低・中	高
1983	(118)	100	(73)	100	(152)	100	(94)	99
1984	(164)	120	(110)	120	(253)	121	(170)	121
1985	(172)	116	(111)	116	(236)	115	(153)	115
平均	(151)	114	(98)	114	(214)	114	(139)	114

注) 低・中密度区の数値は実数(平均値)。高密度区の数値は低・中密度区を100とする指数。

84年には高密度区で、調査形質により120~121の値が、85年には115~116の値が得られ、3年間の平均では各形質とも114となっている。このように、各形質の値が変動しないことは、900個体/a程度の密植では、収穫物の水分が特に高くなっていないことを示している。

一方、同じ処理内でも各年次の値をみると、調査形質間に大きな差がみられる(表5)。例えば、TDN収量の84年の低・中密度区の平均値を100とすると、83年の値は66、85年の値は100である。しかし、PI(TDN)は83年が55、85年が90となり、TDN収量そのものの値よりかなり低いものとなっている。すなわち、この値には、83年の低温による生育不良、85年の登熟期の多雨による登熟不良が加味されていることを示しており、このことからPIによって量と質をあわせた総合評価が可能と判断された。

表5 収量とPIの年次変動(早播き, 低・中密度区平均)

項目 試験年	乾物収量		TDN収量		PI(DM)		PI(TDN)	
	実数	指数	実数	指数	実数	指数	実数	指数
1983	118	70	73	66	152	60	94	55
1984	164	100	110	100	253	100	170	100
1985	172	104	111	100	236	93	153	90

注) 指数はいずれも1984年を100としたもの。

次に、同じ栽植密度で、播種時期の異なるものを比較してみると、早播き・中密度区の3年間平均のTDN収量を100とした場合、晩播き・中密度区の値は92になっている。これに対し、PI (TDN) は早播き・中密度区を100とした場合、晩播き・中密度区の値は88となり、水分が高い分だけPIが低い値となっている。

以上のことから、PI (DM) またはPI (TDN) によって品質を加味した生産力の総合評価が可能で、これによると、道央地帯では900個体/a程度の密植が適当と判断された。

なお、統計処理は九州農試野中舜二博士作成のプログラムANOVAPを用い、農林水産研究計算センターで行った。野中博士および関係者に感謝致します。

摘 要

サイレージ用トウモロコシの栽植密度と生産力の関係を検討するため、栽植密度を低・中・高密度(700, 800, 900個体/a)とし、Jx162Aを用い1983~85年の3年間試験を行った。

1. 低・中密度区の差は小さく、この平均値を100とすると、高密度区のTDN収量は、83年:100; 84年:120; 85年:116であった。

2. TDN収量を収穫物の水分で割ってPerformance Indexを算出した。低・中密度区の平均値を100とすると、高密度区のPI (TDN) は、83年:99; 84年:121; 85年:115となり、TDN収量そのものの指数とあまり異なることから、900個体/a程度の密植では品質上の問題は小さいと判断された。

3. 84年のTDN収量の低・中密度区の平均を100とすると、83年の平均値は66, 85年のそれは、100であった。これに対してPI (TDN) は83年:55; 85年:90となり、低温や多雨による品質低下を表わしているものと考えられる。

4. 以上のことから、収量と品質の点で、道央では900個体/aが適当と考えられた。

引用文献

- 1) Adara, O. A.; Kannenberg, L. W. 1981. Performance under stress of advanced cycles of four populations of corn (*Zea mays* L.) in an s_1 per se recurrent selection program. Can. J. Plant Sci. 61: 29-36.
- 2) Army, T. J.; Greer, F. A. 1967. Photosynthesis and crop production systems. In Harvesting the Sun (Ed.) San Pietro, A.; Greer, F. A.; Army, T. J., Academic Press. 321-332.
- 3) Bunting, E. S. 1971. Plant density and yield of shoot dry material in maize in England. J. agric. Sci., Camb. 77: 175-185.
- 4) Frölich, W. G.; Pollmer, W. G.; Klein, D. 1980. Dry matter and protein accumulation in maize hybrids diverse for protein content under different western European environments. In Improvement of Quality Traits of Maize for Protein Use (Ed.) Pollmer, W. G.; Phipps, R. H., Martinus Nijhoff Publishers. 199-217 (Herb. Abst. 50: 624).
- 5) 北海道農業試験場畑作部家畜導入研究室. 1979. 昭和53年度試験研究成績書 (畜産・飼料). 1-16.

- 6) Kira, T.; Ogawa, H.; Sakazaki, N. 1953. Intraspecific competition among higher plants. I. Competition-yield-density interrelationship in regularly dispersed populations. J. Inst. Polytech. Osaka City Univ. D 4 : 1-16.
- 7) Koval', M.F. 1980. Maize yield formation in relation to plant density and sowing method. Nauchno-tekhnicheskii Byulleten', Sibirskii Nauchno-issledovatel'skii Institut Kormov № 3 : 8-12 (Herb. Abst. 53 : 11).
- 8) 窪田文武・植田精一. 1981. 飼料用トウモロコシの栽培環境と生産性 III. 高密度栽培によるトウモロコシの生産力向上. 日草誌27 : 182-189.
- 9) Nordestgaard, A. 1980. Combined experiments on plant density, row spacing and nitrogen fertilizing of maize for ensiling, 1974-78. Tidsskrift for lanteavl 84 : 457-478 (Herb. Abst. 52 : 322).
- 10) Pain, B.F.; Phipps, R. H.; Price, B. J. 1980. Germination losses and dry matter yields of forage maize sown at four densities on small plots or on a field scale. In production and Utilization of the Maize Crop (Ed.) Bunting, E. S., Hereward and Stourdale Press, UK. 99-100 (Herb. Abst. 52 : 208).
- 11) Stoyanov, P.; Zhelev, R.; Etropolskii, Kh. 1981. Bioproductivity, leaf area and root system of maize grown at different plant densities. Rasteniiev" dni Nauki 18 : 7-12. (Herb. Abst. 53 : 270).
- 12) Thom, E.R. 1981. Effect of plant population and time of harvest on yield and quality of maize (*Zea mays* L.) grown for silage. I. Yield and chemical composition, and sampling procedures for large areas. N.Z.J. Agr. Res. 24 : 285-292.