

# オーチャードグラスの主要成分含有率の品種間変異および成分含有率と嗜好性の関係

誌名	日本草地学会誌
ISSN	04475933
著者	雑賀, 優 川端, 習太郎
巻/号	21巻4号
掲載ページ	p. 238-244
発行年月	1975年12月

## オーチャードグラスの主要成分含有率の品種間変異および 成分含有率と嗜好性の関係

雑 賀 優・川 端 習 太 郎\*

農林省北海道農業試験場 (札幌市豊平区羊ヶ丘)

\* 現農林省草地試験場 (栃木県西那須野町)

### 緒 言

嗜好性は、牧草の育種目標の中でも重要なものの1つであるが、実際の育種に活用できるその検定法については、いまだ十分な検討がなされていない。嗜好性を検定する最も確実と考えられる方法は、実際に家畜を使って採食させる方法であって、たとえばBUCKNERら<sup>4)</sup>は、個体植えた供試材料に対し家畜を放牧して、その採食状態から嗜好性の良好な個体を選抜し、それらを材料にして、トールフェスクで嗜好性のすぐれた品種(Kenwell)を育成した<sup>5)</sup>。しかし実際に家畜を使って嗜好性を検定することは、家畜管理に少なからぬ経費と労力を必要とし、また供試材料の面からみても、個体選抜などでは、個体ごとに得られる草量はわずかであって、これを家畜に採食させた場合に生ずる誤差は無視できないなど、問題点が多い。そこでこの研究では、嗜好性に関する要因のうち最も重要なものの1つと考えられている牧草茎葉中の主要成分含有率によって、生草の嗜好性を推定することの可否を知るために、まずオーチャードグラスの成分分析および採食量の調査を行い、それらの季節変異および品種間変異を明らかにし、ついで成分と嗜好性との関係について論ずる。

なお、本試験の遂行にあたり援助を頂いた、北農試草地開発第二部牧草第二研究室の方々、分析を指導された草地開発第一部近藤秀雄技官、ならびに御校閲の労をとられた草地開発第二部長渡辺亀彦氏に深く謝意を表する。

### 試験材料と方法

1) 供試材料とその栽培法：供試品種は第1図に示した11品種である。1966年5月26日に1区88m<sup>2</sup>、4反復乱塊法配列で各品種別に散播した試験ほ場を用い、利用3年目にあたる1969年にこの試験を行った。第1表に示した放牧期間、放牧強度で年間7回コリデール成牝羊を放牧し、各放牧前に成分分析用のサンプリングを行い、また各放牧前後には収量を調査して採食量を求めた。嗜好性の推定方法としては種々の方法があるが、供試牧草の量が品種で異なる場合には、採食率(採食量の放牧前収量に対する比)が最も一般的に用いられるので、この試験でも採食率で品種の嗜好性を論じた。年間施肥量はアールあたり窒素1.2kg、リン酸0.8kg、加里0.8kgで、早春および第2回、第4回、第6回の各放牧後にそれぞれ1:2:2:1の割合で分施した。

2) 化学成分の分析方法：成分分析は全可溶性炭水化物、粗蛋白質および粗繊維について行い、別に消化率を求めた。各放牧前に採取したサンプルは、70°Cで24時間風乾した後にウィレール粉砕器にかけ、0.5mmメッシュを通して分析に供した。全可溶性炭水化物の分析は、小島らの方法<sup>13)</sup>に準じて行い、0.25% 砒酸抽出液を加水分解してソモギー法で定量した。粗蛋白質はケルダール法で全窒素を求め、一定の係数(6.25)を乗じて算出し、粗繊維は常法<sup>21)</sup>によって分析した。消化率は、畜産試験場の堀井、阿部らによって開発された「酵素による人工消化試験法」により求め、0.2%セルラーゼ液で6時

Table 1. Sampling Date, Grazing Period, and Grazing Intensity

	Grazing Time						
	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th
Sampling Date	May 16	June 11	July 2	July 28	Aug. 18	Sept. 16	Oct. 13
Grazing Period	May 17 -20	June 12 -14	July 3 -5	July 30 -Aug. 1	Aug. 19 -22	Sept. 17 -20	Oct. 14 -15
Grazing Intensity <sup>a)</sup>	94	67	72	86	100	92	51

<sup>a)</sup> No. of sheep-days per 100 m<sup>2</sup>

間分解処理を行った。なお各測定値間の相関係数を計算する場合、採食率については  $\text{Arcsin } \sqrt{p}$  変換値を用いたが、主要成分含有率および消化率の値は、11品種の間にそれほど大きな差がみられなかったため、実測値をそのまま用いた。

試験結果および考察

1. 各成分含有率の品種間変異

〔可溶性炭水化物〕

可溶性炭水化物含量は、1日のうち、たとえば午前と午後によっても変動するといわれている<sup>14)</sup>。この試験におけるサンプルの採取時間は特に定めなかったため、各放牧期の含有率の厳密な比較は困難ではあるが、供試11品種の平均値で季節変動をみると(第2表)、第1回放牧期が21.1%で最も高く、ついで7.1%、1.9%としだいに下がり、第4回放牧期には1.2%と最低値に達し、その後は2.7%、2.9%、8.4%と第7回放牧期に至るまで再びしだいに高くなった。各放牧期における品種間変異の大きさを表わすために、11品種の含有率の平均値に対する標準偏差の割合×100(以下品種変動係数とする)を算出した。その結果、品種変動係数は炭水化物含有率が最も高い第1回放牧期が5.6%と低く、含有率の低い第3回、第4回にそれぞれ15.5%、14.5%と高い値を示す傾向がみられた。

つぎに、各放牧期における供試11品種の平均値に対する各品種の含有率の比率をみると(第1図)、キタミドリ、道産、Frode、Latar、Phyllox、Potomacでは放牧期との関係で一定の傾向はみられなかったが、HeraとPennlateではほとんどの時期で平均値より高く、逆にS345では2時期を除いて平均値より低い値が見られた。またS143はすべての時期で平均値よりかなり低い値を示した。

〔粗蛋白質〕

供試11品種の平均値によって、各放牧期の粗蛋白質

含有率を比較すると(第2表)、第3回(7月2日)および第5回(8月18日)における含有率が、他の時期に比較して高い値を示したが、これは、第2回および第4回放牧後に行った窒素の施肥が大きく影響したものと考えられる。品種変動係数は、第1回、第2回および第7回はそれぞれ8.0%、10.7%、6.6%で、第3回～第6回のそれぞれ4.4%、4.9%、5.5%、4.9%に比べて大きく、可溶性炭水化物の場合と同様に、成分含有率が低い時期に品種変動係数が大きくなる傾向がみられた。

第1図から各品種の粗蛋白質含有率の季節変異をみると、キタミドリ、道産、Frode、Hera、Latar、Pennlate、Phyllox、Potomacには特定の傾向はみられないが、Chinookでは生育シーズンがおそくなるに従って含有率が平均値より高くなる傾向が、S143、S345では逆に低くなる傾向がみられた。

〔粗繊維〕

供試11品種の平均値によって各放牧期の含有率を比較すると(第2表)、第1回が15.9%で最も低い値を示したが、第2回以後は22.4%～28.1%で、可溶性炭水化物含有率のような大きな季節変異はみられなかった。品種変動係数は3.7%～5.9%でほとんど変化を示さなかったが、粗蛋白質含有率と同様に、春(5.3%、5.0%)と秋(5.9%)に品種間変異がわずかに大きくなる傾向を示した。

第1図から各品種の粗繊維含有率の季節変異をみると、キタミドリ、道産、Hera、Latar、Potomacでは目立った傾向はみられなかったが、Chinookでは春に比べて秋に低下する傾向がみられ、逆にS143では秋になってしだいに高くなる傾向がみられた。また、Pennlateは第2回を除いたすべての時期で平均値より低い値を示し、S345はほとんどの時期に平均値より高い値を示した。

〔消化率〕

第1回から第7回までの放牧期の間の比較では、第1回が最も高く、11品種平均値で78.2%の値が得られた

Table 2. Mean and CVV of Some Chemical Components at Each Grazing Time

Component	Grazing Time							
	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	
Total Soluble Carbohydrate	Mean (%)*	21.1	7.1	1.9	1.2	2.7	2.9	8.4
	CVV (%)**	5.6	10.9	15.5	14.5	10.9	15.1	11.0
Crude Protein	Mean (%)	16.7	17.7	21.7	19.0	21.6	19.4	16.9
	CVV (%)	8.0	10.7	4.4	4.9	5.5	4.9	6.6
Crude Fiber	Mean (%)	15.9	22.4	25.4	28.1	23.2	25.9	25.3
	CVV (%)	5.3	5.0	4.6	3.8	3.7	3.9	5.9

\* Mean of 11 varieties

\*\* Coefficient of varietal variation (SD×100/ $\bar{Y}$  for chemical component percentage of 11 varieties)

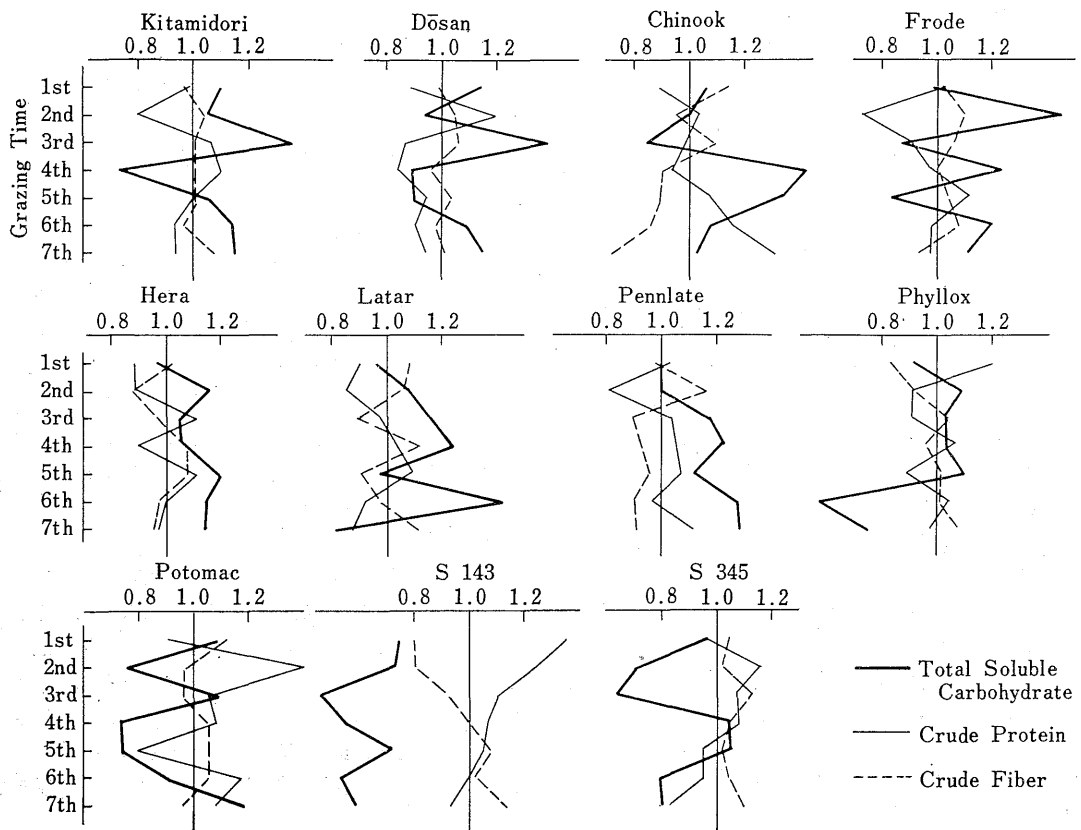


Fig. 1. Seasonal Changes of Some Chemical Components (each component's percentage is expressed as a relative value which mean of 11 varieties is 1.0)

が、第2回以降は59.7%~68.6%で、大きな変動はみられなかった。消化率の品種変動係数は前述の成分含有率のそれより小さく、最も大きい時期でも4.3% (第4回放牧期) にすぎない。つぎに、7回の放牧期の平均値で品種の消化率を比較すると、最も高い消化率を示したのは66.8%のHeraであり、ついで道産(66.0%)、Chinook(65.9%)、Frode(65.8%)がこれにつづいた。また、最も低い値を示したのは62.4%のS143であり、最も高いHeraに比較して4.4%の差がみられた。S143は第3回放牧期を除いたすべての時期で品種中最低値を示しており、年間を通じて消化率の低い品種であるといえよう。S345でもS143に類似した傾向がみられ、7回の放牧期の平均値もS143について低い値(64.3%)であった。JULÉN<sup>12)</sup>は、オーチャードグラスのある生育段階で消化率の高い個体は、他の生育段階でも高いことを報告しているが、著者らの試験では、消化率の低いS143、S345、消化率の高いHeraなどの数品種に限って、JULÉNが得た結果と同様の傾向がみられた。

## 2. 採食率と各成分含有率・消化率との関係

各放牧期の品種の採食率についてはすでに報告した<sup>19)</sup>のでここでは省略する。

各成分含有率および消化率と採食率の間の相関係数は第4表に示したとおりである。まず採食率と可溶性炭水化物含有率との相関をみると、第1回放牧期では $r = -0.662^*$ の高い負の相関がみられたが、第2回には低くなり、第3回以後はいずれの時期でも正の相関が認められた。特に第6回および第7回には、それぞれ $.618^*$ 、 $.735^{**}$ の高い相関が見られた。嗜好性とフラクトース、ヘキソース、全糖あるいは可溶性炭水化物などの糖含有率との間に正の相関がみられることはCOWLISHAW<sup>8)</sup>、RABAS<sup>15)</sup>、REID & JUNG<sup>16), 17)</sup>、DENT & ALDRICH<sup>9)</sup>ら多くの研究者によって明らかにされており、なかでもBLAND & DENT<sup>2)</sup>はオーチャードグラス12品種を供試し、牛の採食率と全糖含有率の間に $r = 0.912^{**}$ のきわめて高い正の相関を得ており、糖含有率と嗜好性の間に正の相関が存在することは、ほぼ間違いないと考えら

Table 3. Percentage of *In Vitro* Dry Matter Digestibility.

Variety	Grazing Time							Mean
	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	
Kitamidori	79.2	67.2	62.2	63.8	62.0	62.2	62.8	65.6
Dōsan	78.4	68.8	61.3	67.4	61.2	61.0	63.8	66.0
Chinook	77.8	70.4	60.6	66.4	59.4	62.5	64.0	65.9
Frode	78.2	69.4	59.4	68.8	60.6	62.2	62.2	65.8
Hera	79.3	69.6	61.6	66.8	62.2	61.4	66.8	66.8
Latar	78.5	68.4	60.7	66.0	58.8	62.0	62.2	65.2
Pennlate	77.8	67.8	59.1	68.2	58.4	59.6	68.4	65.6
Phyllox	77.6	69.4	59.4	69.0	62.8	59.8	61.6	65.7
Potomac	78.7	68.0	60.2	63.8	58.8	61.3	64.6	65.1
S 143	75.3	67.2	59.5	59.4	56.0	58.8	60.6	62.4
S 345	78.8	68.6	59.5	66.6	56.0	59.1	61.4	64.3
Mean	78.2	68.6	60.3	66.0	59.7	60.9	63.5	—
CV(%)	1.8	2.1	2.3	4.3	3.9	2.1	3.6	—

Table 4. Correlation Coefficient between Herbage Consumption Rate and Some Chemical Components.

Chemical Component	Grazing Time						
	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th
Simple Correlation Coefficient							
Total Soluble Carbohydrate	-.662*	-.260	.590†	.493	.556†	.618*	.735**
Crude Protein	.508	.277	-.082	-.205	.243	.309	.820**
Crude Fiber	-.502	-.541†	-.053	-.425	-.778**	-.759**	-.897***
Dry Matter Digestibility	-.216	-.088	.423	.230	.221	.658*	.710*
Multiple Correlation Coefficient							
TSC & CF	.676	.546	.596	.594	.812*	.830**	.944***
TSC & CP	.672	.293	.596	.516	.559	.815*	.954***
CF & CP	.533	.542	.107	.431	.806*	.781*	.910***

†, \*, \*\*, and \*\*\* are significant at 10%, 5%, 1%, and 0.1% level, respectively.

れる。著者らの試験では第1回に負の高い相関が得られたが、この理由は明らかではなく、この時期における可溶性炭水化物含有率が、他の6回に比べて著しく高いことと多少関係しているのかも知れない。

つぎに粗蛋白質含有率と採食率の間の相関をみると、第1回放牧期に  $r = .508$ 、第7回には  $r = .820^{**}$  の高い正の相関が認められたが、その他の時期は  $r = -.205 \sim .309$  で相関はみられなかった。嗜好性と蛋白質あるいは窒素含有率との関係については HARDISON ら<sup>11)</sup>、VAN SOAST<sup>22)</sup>、SOSULSKI<sup>20)</sup> らは正の相関を認めており、一方 BLAND & DENT<sup>2)</sup>、BARNES & MOTT<sup>1)</sup>、REIE & JUNG<sup>16)</sup> らは相関が認められないと報告している。著者らの試験結果にみられるように、試験が行われた季節や供試材料によって得られる結果が異ると考えられるが、いずれにしても蛋白質含有率と嗜好性の間には、糖分含有率と嗜

好性の間ほど密接な関連はないと考えられる。

採食率と粗繊維含有率の間には、第2回放牧期を除いたすべての放牧期で負の相関がみられ、特に第5回、第6回、第7回にはそれぞれ  $r = -.778^{**}$ 、 $-.759^{**}$ 、 $-.897^{***}$  のきわめて高い負の相関が認められた。粗繊維に類する成分としてリグニン、セルロース、ADF、CWC などがあるが、これらの含有率と嗜好性の間には、COWLISHAW<sup>8)</sup>、BLAND & DENT<sup>2)</sup>、VAN SOAST<sup>22)</sup>、FORBS & GARRIGUS<sup>10)</sup>、VOIGT<sup>28)</sup> らのように、負の相関があると報告している例が多い。

消化率と採食率の間には、第5回放牧期までは  $r = -.216 \sim .423$  でほとんど相関は認められないが、第6回および第7回にはそれぞれ  $r = .658^*$ 、 $.719^*$  の高い正の相関が得られた。REID & JUNG<sup>17)</sup> は7草種混合の試験で、また VAN SOAST<sup>22)</sup> および SOSULSKI<sup>20)</sup> はオーチャ

ードグラス品種比較試験で、いずれも高い正の相関が得られたと報告している。嗜好性と消化率の間に高い正の相関がみられる理由として、BLAXTER<sup>3)</sup>, BUTTERWORTH<sup>6)</sup>, COMPLING<sup>7)</sup>らは、消化率の高い牧草は家畜の胃を通過するに要する時期が短かく、その結果採食量が多くなることをあげているが、この試験のように、様々な品種を自由に採食できるカフェテリア法で試験を行った場合には、上記の理由が適合するとは考え難い。糖分含有率が高く繊維含有率の低い品種は採食率と消化率が高くなり、その結果として消化率と採食率の間に正の相関が得られた、と理解するのが妥当と思われる。

### 3. 成分含有率に基づく高嗜好性品種の推定

第4表から明らかなように、いずれの成分についても採食率との間に最も高い相関が見られたのは第7回放牧期であり、可溶性炭水化物および消化率ではさらに第6回にも、また粗繊維含有率では第5回および第6回にも有意に高い相関が認められた。著者ら<sup>18,19)</sup>は、オーチャードグラス品種の嗜好性を検定する場合、第6回放牧期(9月下旬)以後に行われた嗜好性試験の結果から、再現性のあるかつ年間平均採食率に近い値が得られること、すなわち9月下旬以後に嗜好性試験を行えば、年間を通じて嗜好性のよい品種が判定できることを明らかにした。

一方この試験では、各成分含有率と採食率の間には、第5回あるいは第6回以後に高い相関が認められているので、この時期の成分含有率から年間を通じて嗜好性の高い品種を推定することも考えられ、可溶性炭水化物または消化率から推定する場合その含有率の高い品種を、また粗繊維から推定する場合にはその含有率の低い品種をそれぞれ選定すればよいことになる。この試験では、粗繊維含有率との間に最も高い相関係数が得られているので、ただ1つの成分含有率から嗜好性を推定するには、粗繊維が最適といえる。

つぎに、嗜好性の推定を1成分で行うより2成分で行う方がより正確ではないかと考え、各成分含有率を独立変数、採食率を従属変数として重相関係数を計算した(第4表下段)。その結果、可溶性炭水化物と粗繊維の組合せでは $R = .546 \sim 944^{***}$ 、可溶性炭水化物と粗蛋白質の組合せでは $R = .293 \sim 954^{***}$ 、粗繊維と粗蛋白質の組合せでは $R = .107 \sim .910^{***}$ の重相関係数が得られたが、これらの3組合せの中では特に可溶性炭水化物と粗繊維の組合せが、ほとんどすべての放牧期で他の組合せよりも高い係数を示し、第5回、第6回、第7回の各放牧期ではそれぞれ $R = .812^*$ 、 $.830^{**}$ 、 $.944^{***}$ のきわめて高い相関が認められた。なおこの計算にあたって

は、消化率は他の3成分とは性質を異にするため、この計算には加えなかった。

以上述べた結果は、一般特性に関して広い巾の変異をもつ品種比較によって得られたものであり、これらの結果が個体選抜に適用できるかどうかについてはさらに試験が必要と考えられるが、品種間に化学成分含有率と嗜好性の間に高い相関が認められたことにより、化学成分含有率から個体の嗜好性のある程度推定しうる可能性が見出されたと結論してよいと考えられる。

## 摘 要

オーチャードグラス品種の成分分析を年間7回の各放牧期で行い、品種間の変異を調べると共に、それらの成分と嗜好性の関係をみた。

可溶性炭水化物含有率では Hera, Pennlate が高く、S 143, S 345 が低い値を示した。粗蛋白質含有率では Chinook は生育シーズンが進むにしたがって高くなり、逆に S 143, S 345 は低くなる傾向がみられた。粗繊維含有率では Pennlate が大部分の放牧期で低く、S 345 は高い値を示した。Chinook は生育シーズンが進むにしたがって低くなり、S 143 は逆に高くなる傾向がみられた。消化率は前述の3成分と比較して品種間変異の小さい形質であったが、7回の放牧期の平均値で最高の Hera と最低の S 143 との間には 4.4% の差が認められた。

採食率とこれらの成分含有率との相関は、第5回放牧期(8月中旬)または第6回(9月中旬)以後が高く、可溶性炭水化物および消化率との間には正の相関、粗繊維との間には負の相関がみられたが、粗蛋白質との間には一定の傾向はみられなかった。2成分の組合せでは、可溶性炭水化物と粗繊維の組合せで採食率との間に最も高い相関が得られた。

## 引用文献

- 1) BARNES, R. F. and MOTT, G. O.: *Agron. J.* **62**, 719-722 (1970)
- 2) BLAND, B. F. and DENT, J. W.: *J. Bri. Grassl. Soc.* **19**, 306-315 (1964)
- 3) BLAXTER, K. L., WAINMAN, F. W., and WILSON, R. S.: *Animal Prod.* **3**, 51-61 (1961)
- 4) BUCKNER, R. C. and BURRUS, P. B.: *Crop Sci.* **2**, 55-57 (1962)
- 5) \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_: *Crop Sci.*, **8**, 398 (1968)
- 6) BUTTERWORTH, M. and ARIES, P. J.: *Proc. 9th Internat. Grassld. Congr.* 899-901. (1965)
- 7) COMPRING, R. C.: *Proc. 9th Internat. Grassld. Congr.* 903-905 (1965)
- 8) COWLISHAW, S. J. and ALDER, F. E.: *J. Agric. Sci.* **54**, 257-265 (1960)

- 9) DENT, J. W. and ALDRICH, D. T.: *Proc. 10th Internat. Grassld. Congr.* 419-424 (1966)
- 10) FORBS, R. M. and GARRIGUS, W. P.: *J. Animal Sci.* **9**, 354-362 (1950)
- 11) HARDISON, W. A., REID, J. T., MARTIN, C. M. and WOOLFOLK, P. G.: *J. Dairy Sci.* **37**, 89-102 (1954)
- 12) JULÉN, G. and LAGER, A.: *Proc. 10th Internat. Grassld. Congr.* 652-657 (1966)
- 13) 小島邦彦・林 兼六: 日草誌, **10**, 199-206 (1965)
- 14) 松本達郎・阿部範男・早川 実: 日草誌, **9**, 8-12 (1963)
- 15) RABAS, D. L., SHMID, A. R. and MARTEN, G. C.: *Agron. J.* **62**, 762-763 (1970)
- 16) REID, R. L., and JUNG, G. A.: *J. Animal Sci.* **24**, 615-625 (1965)
- 17) \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_: *Proc. 9th Internat. Grassld. Congr.* 863-869 (1965)
- 18) 雑賀 優・川端習太郎・後藤寛治・鈴木 茂: 日草誌, **18**, 41-47 (1972)
- 19) 雑賀 優・川端習太郎: 北海道農試研報, **109**, 87-95 (1974)
- 20) SOSULSKI, F. W. and PATTERSON, J. K.: *Agron. J.* **53**, 145-149 (1961)
- 21) 東京大学農学部農芸化学教室: 実験農芸化学・上巻・改訂新版, 朝倉書店. 東京. pp. 124-125 (1960)
- 22) VAN SOAST, P. J.: *J. Animal Sci.* **24**, 834-843 (1965)
- 23) VOIGT, P. W., KNEEBONE, W. R., McILVAIN, E. H., SHOOP, M. C. and WEBSTER, J. E.: *Agron. J.* **62**, 673-676 (1970)

(昭和50年6月2日受理)

## Variation of Chemical Components of Orchardgrass Varieties and Relationship between Chemical Components and Palatability

Suguru SAIGA and Syutaro KAWABATA\*

Hokkaido Nat. Agr. Exp. St. (Sapporo, Hokkaido)

\* Nat. Grassl. Res. Inst. (Nishinasuno, Tochigi-ken)

### Summary

Assesments of palatability (measured as mean % herbage consumed by sheep) were made at 7 grazing times on 11 orchardgrass varieties. At the same time, some chemical components were analysed at each grazing time. Chemical component percentages of each variety were compared with the mean of 11 varieties. Then the relationship between chemical components and palatability were examined.

Total soluble carbohydrate (TSC) percentage was high in "Hera" and "Pennlate", and low in "S 143" and "S 345" at almost all grazing times. Crude protein (CP) percentage of "Chinook" increased gradually from spring till fall. Contrarily, that of "S 143" and "S 345" decreased. Crude fiber (CF) percentages were generally high in "S 345" and low in "Pennlate". CF percentage of "S 143" increased gradually till fall and that of "Chinook" decreased. Though the varietal variation of *in vitro* digestibility (IVD) was small, the difference between the highest "Hera" and the lowest "S 143" was 4.4% when these varieties were compared using the mean of 7 grazing times.

Correlation coefficients between palatability and some chemical components were getting higher after the 5th grazing (middle August). Significant positive relationships were obtained in a combination of TSC and of IVD and palatability. Significant negative correlations were obtained in a combination of CF. However, satisfactory correlations were not established in a combination of CP. Multiple correlations palatability were calculated in a combination of two components among TSC, CP and CF. As a result, the combination of TSC and CF is expected to be the best prediction of palatability for orchardgrass varieties.

(J. Japan. Grassl. Sci., 21 (4), 238~244, 1975)