

西南暖地におけるイタリアンライグラスの生育に伴う 緑葉蛋白質抽出残渣の特性とサイレージ利用について*

木暮 秩・渡辺 健治

(香川大学農学部)

近来、飼料作物や各種の作物、あるいは自然草を原材料として主に機械的行程により、蛋白質に富む部分、いわゆる、蛋白質濃縮物（Leaf Protein Concentrates：LPC）と繊維質残渣（Fibrous Residue：FR）及び残液（Brown Juice：BJ）に分画し、作物体内に含有している成分を高度に利用しようとする試みが Pirie による報告¹³⁾以来、各国で進められ^{4, 6, 7, 10, 12, 14, 15)}、また、これに関する国際会議もすでに3回を重ねている。即ち、LPCは、将来考えられる人類の世界的な蛋白質不足に対処するものであるが^{12, 13)}、特に利用効率の高い豚や鶏などへの単胃家畜はもちろん¹⁷⁾、今後は牛や羊などの複胃家畜にも将来その利用が期待されている。しかし、緑汁からLPCを凝固させた残液のBJとFRの利用方法の確立と、総合した経済的採算^{2, 10, 12)}の目途が立たなければ定着できるものでない。

そこで本実験は緑葉蛋白質が収率として原材料の乾物重や成分量に対して4－5%と極めて小さいのに対して、大部分を占める繊維質残渣FR（65－75%）の特性と利用について、日本の西南暖地における裏作可能地の利用のあり方と併せてイタリアンライグラスを用いて検討したものである。

材料及び方法

供試品種は早生系のミナミワセ（M）⁸⁾と晩生系のヒタチアオバ（H）⁸⁾を用い、秋播きして第1図のように2週間ずつ遅らせた第1回刈取とそれらの再生草を1か月ごとに採取・分画した3区（A, B, C）について主としてFRの特性とそのサイレージ利用を検討した。

肥料はまず基肥として堆肥を2.0t/10aを施して耕耘し、ついで発芽後1か月に化成肥料を10.0kg N, 6.5kg P₂O₅, 及び10.7kg K₂O/10aと

第1図 実験区

	29/Ⅲ	25/Ⅳ	26/Ⅴ	21/Ⅵ
A	— 1 ———	2 ———	3 ———	4
B	-----	1 -----	2 -----	3
C		1	2	3

* 第26回講演会（平成元年11月26日）において発表。

なるように施与した。播種は10月5日に4 kg/10aを散布した。従って、実験の全期間は9か月間となった。刈取は地表上5 cmの高さとし、採取して地上部原材料としたが、地下部試料については地表下15cm迄の根を掘りとり株と合わせた。

分画に供した原材料草は刈取り後直ちに細断した後、パルプリファイナーですりつぶし、100kg/cm²の下で圧搾して繊維質残渣（FR）と緑汁（Green Juice：GJ）とに分け、緑汁はLPCとBJに分画した。FRサイレージの調製は発酵管を付した800ml容の広口瓶にFRの500gを詰めた（ボトルサイレージ）後、室温下で80日間貯蔵した¹¹⁾。

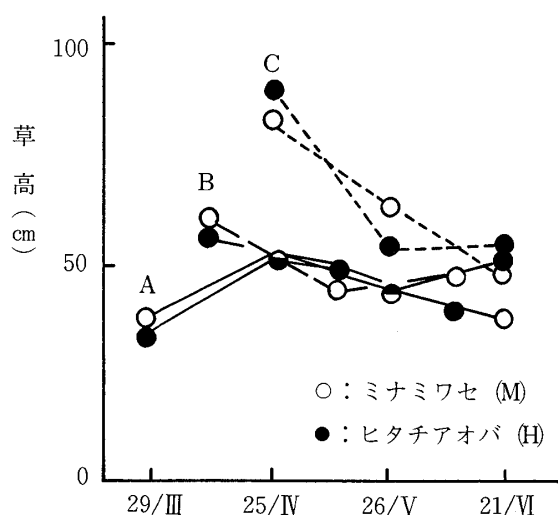
成分の分析に際しては乾燥物を粉碎した試料について、全有効態炭水化物（Total Available Carbohydrate：TAC）は2%硫酸で加水分解した後Somogyi-Nelson法により、また窒素（N）はCHNコーダーにより行った。

結果及び考察

始めに生育状況を第2図でみると、草高は第1回刈取を行った3月29日にA区の30cm（LAIとしてM：15, H：12）から、半月ごとにB区の55cm（LAIがM：18, H：20）、C区の80cm（LAIがM：20, H：22）となり4月末を境に当初はミナミワセ（M）が、その後は気温の上昇と長日化に伴ってヒタチアオバ（H）が大となった⁸⁾。しかし、その後はいずれの区も刈取後1か月間で約50cmの草高、LAIとして5程度になったものを刈り取ったことになった。

第1表に示す乾重のうち全作物体（地上部+地下部：All）は草高と同様に推移して、全シーズン総量（T）としてはHが大となるが、分画原材料としての地上部（Top）ではMが優り、地下部への乾物分配率の大きいHとは異なること⁸⁾、また1番刈を遅くしたMが原材料草としての収量からみると有利となることが分かった。つぎに地上部原材料草から分画したFRの乾重をみると、その収率は品種及び刈取時期で60-80%と異なるが、平均値ではHが65%、Mが75%とMで高かった。これはHの乾物率がMに比して低いことによったものと考えられる⁸⁾。

一方、搾汁後の残渣には含水率が30-40%とかなり高く残っており、これに各成分がほぼ均一に溶け込んでいる。これを対乾物濃度でみるとTAC成分ではBJに溶出するため、FRでは各刈取時の原料草における変化より小さかったが、品種間では概してHで高かった。これに対して、N成分では生育に伴い低下したが、原料草とFRとの差は小さく、概してMにおいて高かった。このFRにおけるTACとNの両成分収量と原料草に対する収率をみると、TAC成分では平均値がHで50%、Mで56%



第2図 草高の推移

となり、またN成分ではHが47％、Mが57％を示し、ともにMが高かった。

次にこのFRを用いてSilageを作ったところ、当然、FR中の炭水化物（TAC）は乳酸発酵により約30％余が消費されたが、窒素（N）では殆んど変化がみられなかった。このため原料草成分に対するSilageにおける収率はTACとして平均値がHの33％、Mでは39％となったのに対し、NではHが47％、Mが56％の値となり、ともにMで高いことが認められた。

第2表のSilageにおける品質をみると、pH値としては刈取が遅れるに伴って低下し、乳酸含有率は遅い再生草で若干変動したが、触感や香りなどの品質面ではいずれも良好であった。またフリーク値は必ずしも一定しなかったが、概して刈取開始が遅い場合と、Mで高くなることが分かった。これらの値は原料草から直接サイレージを調整した場合とは若干異なっていた。これはFRが乳酸発酵源

第1表 原料草，FR，及びサイレージの収率状況

			D. W.				TAC				N			
			All	Top	FR	%	FR	%	Si.	%	FR	%	Si.	%
A	M	1	1411	912	625	68.5	156	55.9	76	27.2	13.9	64.1	12.2	56.2
		2	822	481	295	61.3	70	41.9	49	29.3	4.4	51.2	4.3	50.0
		3	524	234	181	77.4	42	55.3	31	40.8	2.0	64.5	2.2	70.0
		4	229	81	72	88.9	13	76.5	10	58.8	1.1	64.7	1.1	64.7
		T	2986	1708	1173	68.7	281	52.1	166	30.8	21.4	61.0	19.8	56.4
	H	1	1230	732	467	63.0	142	50.7	71	25.4	9.0	46.6	7.9	40.9
		2	813	417	257	61.6	65	44.2	47	32.0	2.9	50.0	2.9	50.0
		3	695	207	137	68.2	37	46.8	28	35.4	1.6	64.0	1.7	68.0
		4	471	121	96	79.3	17	81.0	14	66.7	1.3	65.0	1.4	70.0
		T	3209	1471	951	64.6	260	49.3	159	30.2	14.8	50.0	13.9	47.0
B	M	1	1624	1068	764	71.5	168	58.1	98	33.9	13.4	59.8	12.2	54.5
		2	886	457	340	74.4	64	57.7	49	44.1	5.3	53.0	5.0	50.0
		3	500	169	146	86.4	27	81.8	24	72.7	2.1	80.0	2.0	80.0
		T	3010	1694	1250	73.8	259	59.8	170	39.3	20.7	59.3	19.0	55.0
	H	1	1989	1036	669	63.8	166	50.8	80	27.5	10.3	47.5	8.9	41.0
		2	1147	397	251	63.2	54	43.2	43	34.4	2.9	58.0	2.8	56.0
		3	913	194	149	76.8	28	62.2	22	48.9	1.7	58.6	1.9	65.5
		T	4049	1627	1061	65.2	249	50.1	154	31.0	14.9	50.3	13.6	45.9
C	M	1	2017	1483	1169	78.8	189	55.8	167	49.3	14.9	48.5	15.4	50.2
		2	679	438	362	82.6	64	62.7	53	52.0	4.5	65.2	5.0	72.5
		3	363	143	121	84.6	18	66.7	17	63.0	1.8	72.0	1.9	76.0
		T	3059	2064	1653	80.0	271	57.9	237	50.6	21.2	52.9	22.3	55.6
	H	1	2136	1424	901	63.3	189	53.2	140	39.4	8.6	36.1	10.4	43.7
		2	811	364	228	62.6	55	44.4	42	33.9	2.3	62.2	2.8	75.7
		3	659	177	147	83.1	18	66.7	15	55.6	1.5	57.7	1.6	61.5
		T	3606	1965	1276	64.9	262	51.8	197	38.9	12.4	41.2	14.8	49.2

D.W.,FR & Contents of FR and Si. ; g /m²

として成分面で均質に含むこと、また搾汁によりサイレージ調整上有害と考えられる物質がBJ区分に溶出除去されること⁹⁾、さらには酢酸値が高いことなどが考えられ、FRを用いたサイレージの調整が比較的容易であることを示している。

以上の結果を第3図に示すと、早生系のミナミワセを用い刈取開始期を遅らせて1, 2番草のみを用いるのがより有効であることが明らかとなった。

FRのサイレージ利用については既に多くの作物・植物について実施され、FRにはまだ家畜類が必要とする養分を充分に含み、特に複胃家畜の牛・羊による利用性は原材料草よりもむしろ高く、良質な粗飼料となるものと考えられ始めている^{1, 3, 5, 9, 10, 11, 16)}。即ち、Fujihara et al.³⁾はFRのサイレージは消化に伴うエネルギー消費が原料草を利用する場合より節約されることを認め、大島ら^{9, 10)}は原材料草の一部物質の除去により、比較的少量の乳酸生成でpHの低下が達成されることを明らかにしている。従って、FRは調整過程で粉碎・脱汁されているため、サイレージ材料としては原料草とはかなり異なる性格をもつものとなると考えられる。同様に著者ら¹¹⁾は各種原料草を用いて脱汁率50-70%の範囲内で調製された乾物含有率30%前後のFRは、原料草種の如何に拘らず均質で好適なサイレージ原料となることを確かめている。

以上の点を本実験の原料草の生育面からみると、本来、イタリアンライグラスは長日性で早春から晩春にかけて、その生育は栄養生長から生殖生長に移行する期間であるが、早晩性を異にする品種間

でその遅速の差がある⁸⁾。従って、生育に伴って体内成分の変化が品種間で著しいことは充分考えられるが、上述したFRの採取過程によって比較的均質なものが確保できることからみると、特にSpring flushの著しい早生系品種については後期の再生草を除くと本実験における目的の達成が可能になるものと推察される。

第2表 サイレージの特性 (F.W.%)

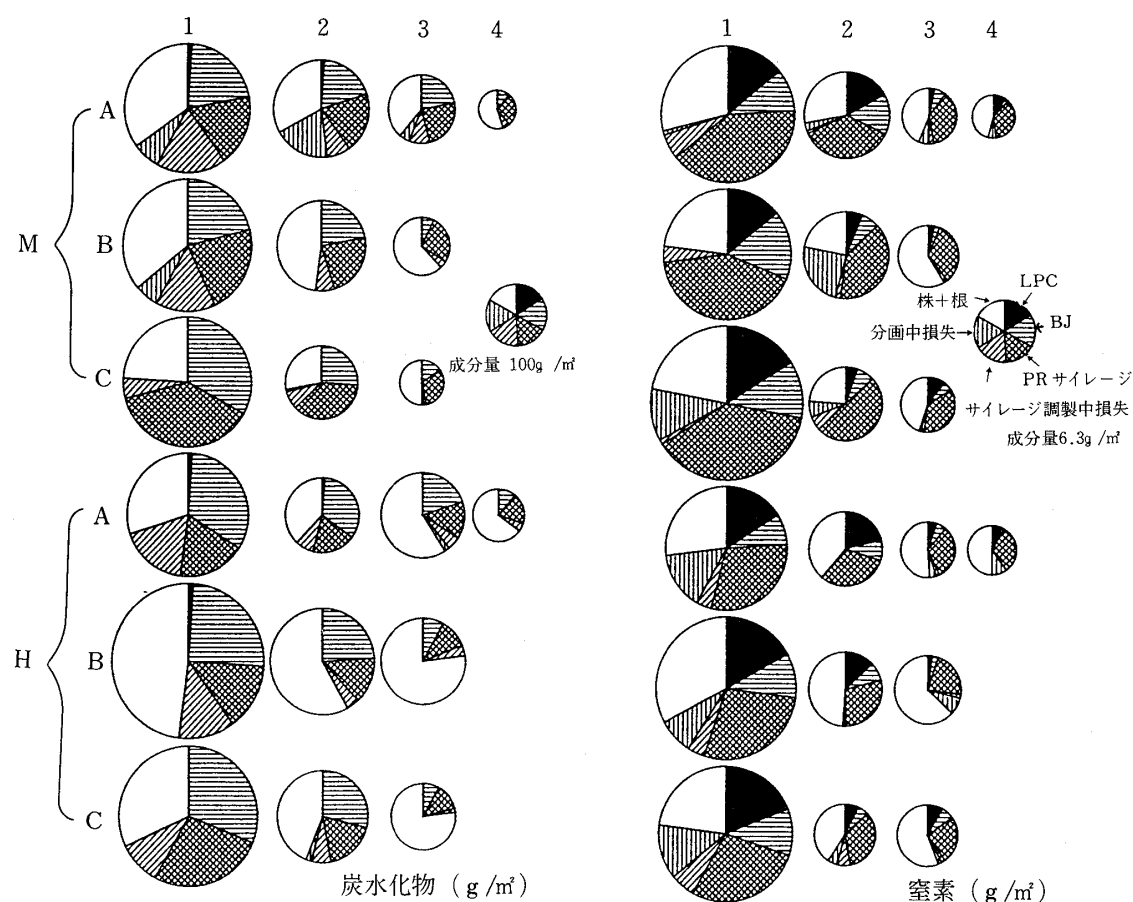
A								
	M1	2	3	4	H1	2	3	4
水分%	75	70	64	60	74	66	67	65
pH	4.54	3.98	3.93	3.88	4.53	3.97	3.96	3.88
乳酸%	2.77	2.52	2.34	3.05	3.31	2.84	2.21	1.96
フリーク値	56	60	61	69	60	63	63	59

B						
	M1	2	3	H1	2	3
水分%	72	65	60	74	65	66
pH	4.33	3.99	3.97	4.36	4.00	3.98
乳酸%	3.25	2.35	2.60	2.42	2.36	2.17
フリーク値	61	60	62	56	59	57

C						
	M1	2	3	H1	2	3
水分%	70	64	62	71	67	65
pH	3.93	3.87	3.95	4.05	3.93	3.93
乳酸%	3.34	2.46	3.01	3.46	2.99	1.83
フリーク値	67	64	64	83	71	61

結 語

我国暖地における秋-春季における気候資源の有効利用は将来の世界における食糧、特に蛋白質資源の自給面から責務と考えたい。しかし、近年次第に早くなる水稻作への切り替えの対策も極めて重要となろう。従って、本実験の結果、早生系の品種を用い、Spring flushを充分活用して刈取開始期を遅らせ、その後の再生草の刈取利用回数を減じて原材料とし、LPCの利用



第3図 各採取時における炭水化物及び窒素成分量とその行方の推移

はもちろんのこと、極めて大きい部分を占めるFRをこのように利用できる可能性が確かめられた。今後、残液BJの利用方法の確立と併せてさらに研究を進めるならば将来の食糧・飼料難に備える技術の基礎的資料が得られるものと考えている。

引用文献

1. Connell, J. and Houseman, R.A. 1976. The utilisation by ruminants of the pressed green crops from fractionation machinery, Green crop fractionation. Occasional symposium (9) Bri. Grass. Soc. : 57-64.
2. Enochian, R.V., Kohler, G.O., Edwards, R.H., Kuzmicky, D.D., and Volsoh, jr.R.H. 1980. Producing Pro-Xan (Leaf Protein Concentrate) from Alfalfa. Economic Report (445) , U.S.Dept. Agric.
3. Fujihara, T. and Ohshima, M. 1982. The food value of ensiled fibrous residue left after the extraction of Broad bean (*Vicia faba*, L.) leaf protein in sheep. J. Japan. Grassl. Sci., **28** : 209-216.
4. 堀米隆男 1982. 緑葉蛋白質に関する最近の研究. 日畜会報 **53** : 1-13.
5. Jones, A.S. and Houseman, R.A. 1975. Forage crop fractionation. Rowett Res. Inst. Annual Report, **31** : 24-136.

6. 木暮 秩・渡辺健治 1983. 体構造区分分画法による作物の有効利用に関する研究, III. 栽植密度を異にしたソラマメについて. 日作四国支部紀事 (20): 31-37.
7. Kogure, K. and Watanabe, K. 1985. Energy flow and distribution through green crop fractionation of Italianryegrass. Proc. XV International Grassland Congress, 837-838.
8. 農林水産技術会議 1986. 飼料作物の品種解説. : 17-29.
9. Ohshima, M. and Oouchi, K. 1979. Ensiling characteristics of fibrous residues left after extraction of leaf protein concentrates from Ladino clover. J. Japan Grassl. Sci., **25**: 260-268.
10. 大島光昭 1983. 蛋白質栄養面からみた牧草成分分画の意義. 栄養生理研究会報 **27**: 27-45.
11. ———・木暮 秩 1984. 緑葉蛋白質抽出残渣サイレージの品質に及ぼす要因. 日草誌 **30**: 178-183.
12. 大島光昭 1986. 成分分画による緑葉類の高度利用. 日草誌. **32**: 281-294.
13. Pirie, A. 1971. In leaf protein, (Pirie, N.W.ed.) Blackwell Scientific Pub., Oxford and Edinburgh. : 138-142.
14. 佐藤純一 1980. アメリカにおける牧草類の成分分画に関する研究 (1). 農業技術 **35**: 207-208.
15. ——— 1980. 同 上 (2). 農業技術 **35**: 295-297.
16. 高野信雄・正岡淑邦・荒 智 1980. 牧草類の成分分画による有効利用に関する研究, I. 搾汁率と成分分画およびグラスケーキサイレージの特性. 草地試験場研究報告 (17): 92-98.
17. Ueda, H. and Ohshima, M. 1983. Nutritive evaluation of leaf protein concentrates made from different crops in chicks. Japan. Poultry Sci., **20**: 284-293.