

# *In Vitro* 消化率による粗飼料の栄養価 推定法に関する試験

## 第2報 *In Vivo* TDN 価と *In Vitro* セルローズ消化率との相関関係

蒔野 保† 坪松 戒三††

### STUDIES ON METHODS FOR ESTIMATION OF NUTRITIVE VALUE OF FORAGE BY *IN VITRO* DIGESTION TECHNIQUE

#### II. Relation between *In Vitro* Cellulose Digestibility and *In Vivo* TDN

Tamotsu TOBINO & Kaizo TSUBOMATSU

粗飼料の栄養価推定上 *In Vitro* セルローズ消化率を基礎として、その簡便法と綿羊による *In Vivo* TDN 値ならびにその他の TDN 推定値との相関関係を比較した。*In Vitro* セルローズ消化率簡便法も充分利用できると推定された。

生育時期別チモシー乾草、早刈りマメ科イネ科混合乾草の消化試験で比較すると、シュナイダー、ペンシルバニヤ両方式に比較してセルローズ消化率方式が最も相関関係が高く、乾物消化率との関係も同様であった。ペンシルバニヤ方式の蛋白推定値と実際値とはよく合致した。

## I 緒 言

粗飼料の栄養価値を的確に推定する方法の必要性は、次の諸点から考えられる。第1に、乳牛飼養の実際面において、基礎飼料のエネルギー価と蛋白含量を知るにより、給与する濃厚飼料の種類と量が決定され、産乳経済の向上がはかれるであろう。この方向は、現在 Forage Evaluation System<sup>1) 18)</sup>として発展しつつある。次に、試験研究面において、飼養試験などに使用する粗飼料の栄養価や飼料調製法に伴う栄養価の変化などを迅速かつ的確に知る必要がある。同様に、飼料作物の品種や系統の育種改良目標として、栄養価や消化性を調査する場合に、簡易で正確な方法が望ましい。*In Vitro* 消化率による方法は、このよう

な目的によく適合したものであり、事実この目的に適用しようとした研究例もある<sup>9)</sup>。更に、今後は乾草などの飼料作物の商品化が考えられ、栄養価と関連した等級査定基準の樹立が望まれている。この面では、早くから乾草などが商品として売買されているアメリカでは、乾草の等級査定基準ができて<sup>10)</sup>いる。しかし、この基準は栄養価との関連性が明確でなく、不合理な点が認められて現在改良されつつあるといわれている。

著者らは、粗飼料の栄養価を TDN は *In Vitro* セルローズ消化率により、可消化粗蛋白は一般分析法による粗蛋白含量から算出する方法で推定することを目標にして本試験を継続している。そして、これを試験研究面に応用すると同時に、根拠地方における乳牛飼養の実際面に適用して、飼料給与の改善をはかり、産乳経済の向上に貢献させたいと考えている。また、粗飼料の飼料価値の厳

† 元根室支場

†† 根室支場

密な意味での比較は N.V.I.<sup>9)</sup> によるのが正しいと考えるので、*In Vitro* セルローズ消化率による方法を N.V.I. の比較に適用し、乾草品質ならびに等級査定の比較基準を作りたいと考えている。

前報<sup>10)</sup>において、試験管を用いた *In Vitro* セルローズ消化率の測定法を、チモシーと赤クローバーに適用して検討した。いわゆる、Artificial Rumen を栄養価査定のために用いる場合には、可能な限り単純化する必要性のあることについては前報でのべた。

そこで、本報では炭酸ガスを通気せずに、かつ孵卵器で培養する単純化された方法について検討し、またこの方法によるセルローズ消化率と綿羊による TDN 価との相関関係について試験した結果を報告する。

本試験の遂行にあたり、北海道大学教授広瀬可恒博士には、*In Vitro* 法に関する懇篤なご指導を賜わり、また本試験に供用した綿羊のフィスチュラ装着手術は、根室支場谷口隆一牧野課長の施術によるもので、ここに記して心から感謝の意を表します。

## II 試験方法

*In Vitro* 法：前報<sup>10)</sup>で記述した方法は、ポンベにより培養期間中炭酸ガスを送入する方法であった。そこで、この方法の簡易化をはかるため、醗酵試験管の上部を炭酸ガスで置換しただけで培養を試みたところ、ほぼ同様の消化率が得られることを著者らは観察している。また、試料供試量が少ない場合には、pH の調整をしなくても、消化率は著しく減少しないことを前報<sup>10)</sup>で観察した。以上のことから、炭酸ガス通気と pH の調整を除く方法の可能性が考えられた。

たまたま、BAUMGARETT ら<sup>11)</sup> (1962) は、同様の目的で Artificial Rumen の簡易法を発表したので、今回は氏らに大略準じた方法を検討し採用することにした。

*In Vitro* 消化率を栄養価推定のために用いる場合の最大の問題点は、その再現性である。そこで本法の検討は、セルローズ消化率の再現性をみることを主眼点とした。Mineral Solution は第 1 表に示すとおりで、これに 5.5% 尿素溶液ならびに 5.5% グルコース溶液を表示の Mineral Sol.

第 1 表 Mineral Solution  
(MCDUGALL's 1948)

NaHCO <sub>3</sub>	9.8 g/l
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> · 12 H <sub>2</sub> O	9.8
KCO	0.57
NaCl	0.47
MgSO <sub>4</sub> · 7 H <sub>2</sub> O	0.12
Ca Cl <sub>2</sub>	0.04

300 c.c. にそれぞれ 5 c.c. ずつ加えてのち、炭酸ガスを bubbling して pH を 7.0 に下げて供用する。次に、200 c.c. の三角フラスコに試料 1 g を秤取し、前記の Mineral Sol. 30 c.c. を添加し、あらかじめ 40°C に加温したのち、第一胃内容物のポプリン布による圧搾液 (以後ルーメン濾液と記す) 25 c.c. を添加し、フラスコの上部を炭酸ガスで置換したのち、ゴム栓でかたく栓をして、40°C の孵卵器中で、24 時間培養する。培養開始後、9 時間と 12 時間に、ゴム栓をはずして醗酵ガスを排気させると同時に、内容物を攪拌する。24 時間後、pH を測定してのち、蒸溜水で 100 c.c. のビーカーにうつし、85°C の乾燥器で乾燥させたのち、CRAMPTON & MAYNARD 法<sup>6)</sup> の MATRONE<sup>12)</sup> による改良法でセルローズを定量した。次に、あらかじめセルローズ含量を定量した標準試料 1 g にルーメン濾液 25 c.c. を加え、85°C の乾燥器中で乾燥させたのち、セルローズの定量を行なう。これによりルーメン濾液 25 c.c. 中のセルローズ含量が判明するので、セルローズ消化率は、次式により算出する。

セルローズ消化率 =

$$\frac{(\text{供試試料} + \text{ルーメン}) - (\text{醗酵後のセ})}{(\text{濾液中のセルローズ}) - (\text{ルローズ})}$$

供試試料 + ルーメン濾液中のセルローズ

ルーメン内容物は、フィスチュラ装着手術を施した綿羊 1 頭から採取し、7 月 2 日刈り取りの良質チモシー乾草 (出穂始め) のみを朝夕 600 g ずつ給与し、内容物の採取日は、朝飼料給与後 2 時間で給水を断ち、飼料給与後 8 時間に内容物をフィスチュラから採取した。フィスチュラは近辺の内容物を棄てて、深部より約 1 l 採取して布で温度の変化を防ぎつつ実験室に持ち込み、速かにルーメ

ン濃液とした。

In Vitro 法の検討に用いた試料は第2表に示すとおりである。

第2表 In Vitro 法の検討に用いた供試試料

	水分	粗脂肪	粗繊維	粗蛋白	NFE	灰分	備考
チモシー	5.40	4.65	25.18	13.44	43.97	7.36	1961年産2番刈り乾草

消化試験：1962年7月9日から9月30日まで去勢綿羊と雄綿羊計6頭を用い、2群に分けて1試料につき3頭を用いて、常法に従い消化試験を実施した。供用した乾草は、第3表に示すとおりで、計8点である。

また、前述した方法により、In Vitro セルローズ消化率を測定し、綿羊によるTDN値との相

第3表 供用乾草の概要

種類	試料番号	刈り取り期日	草丈cm	水分%	生育時期	色	葉部比率%	マメ科比率%
チモシー乾草	1	1962 6.12	66	12.68	出穂前	濃緑	46.3	—
	2	1962 6.23	80	16.78	穂ばらみ期	淡緑	39.2	—
	3	1962 7.2	92	15.76	出穂期	微緑	37.9	—
	4	1962 7.15	95	16.59	開花始	褐色	26.1	—
	5	1962 7.27	92	12.78	開花期	茶褐色	23.8	—
チモシー赤クロバード混合乾草	6	1962 6.12	チモシー 81 赤クロバード 65	16.51	チモシー出穂前	濃緑	—	42.4
	7	1962 6.23	チモシー 95 赤クロバード 73	19.43	チモシー出穂始 赤クロバード開花始	濃緑	—	32.7
多草種混合乾草	8	1962 6.12	イネ科 88 マメ科 60	15.18	オーチャード出穂期	濃緑	—	15.8

\* 草種はチモシー、オーチャードグラス、赤クロバード、アルサイクロバード、ラデノクロバード

第4表 ルーメン濃液の性状とセルローズ消化率の経時的変動

		飼料給与前 (飼料給与後 15 hr.)	給与後 2 hr.	給与後 8 hr.
ルーメン濃液の性状	原虫数 /1 mm <sup>3</sup>	250	200	130
	固形分 %	2.1	2.6	2.0
	pH	7.8	7.3	7.4
	VFA mM/dl	3.34	4.93	4.34
	全窒素	1583	1681	1513
セルローズ消化率*		47.05 ± 0.71	45.37 ± 0.57	46.38 ± 0.96

\* 4反復測定値の平均とその標準誤差

関係数を算出した。なお、一般分析値より SCHNEIDER 方式<sup>15)</sup>、ならびに粗蛋白含量と粗繊維含量から推定する方式<sup>1)</sup> (以後 Pennsylvania 方式と記す) で TDN を算出して相関係数を求め、これらを比較検討した。

一般成分の分析は常法<sup>10)</sup>に従った。

### III 試験結果

In Vitro セルローズ消化率の再現性：

ルーメン内微生物の繊維素分解能は飼料給与の

前後によって変動するのではないかと考えられる。一定の再現性ある数値をうるためには、一定の採取時刻に決める必要があるが、その前に採取時刻による変動の大きさを確認しておく必要があって、第4表に示すような実験を行なった。

セルローズ消化率の標準誤差をみると明らかのように、いずれもその測定誤差は僅少である。セルローズ消化率の時間的変動をみると大差はないが、給与後 2 hr. ではやや低く、給与後 8 hr., 給与前 (飼料給与後 15 hr.) ではやや高い傾向が認めら

れる。ルーメン内容物の状態は、給与後2hr.では、まだ給与した乾草がそのままの形で混在しているが、給与後8hr.では、植物組織の形態が認められず、よく内容と混合した状態となっている。セルロース分解菌群の約半数が繊維質に強く付着しているという報告<sup>13)</sup>もあるが、飼料給与後あまり短時間に大形植物組織を除いて圧搾液を接種源として用いることは、セルロース消化率が低くなる原因となることも予想される。本試験の結

果は大差ではないが、そのような考察を裏づけるものであろう。そこで接種源としてのルーメン濾液を飼料給与後あまり短時間に採取することは適当でないので、8時間ぐらい経過してから採取するのが適切であろう。

第5表は、ルーメン濾液の性状と、その繊維素分解能（セルロース消化率）の経目的変動を調査したものである。

試験方法で記したような飼養条件をつづけ、ま

第5表 ルーメン濾液の性状とセルロース消化率の経目的変動

調査日		7. 7	7. 10	7. 13	7. 17	8. 7	8. 10	8. 13	平均
ルーメン濾液の性状	原虫数/1mm <sup>3</sup>	130	270	—	70	115	165	140	148
	固形分 %	2.0	2.1	2.2	2.6	2.3	2.1	2.3	2.2
	pH	7.4	8.2	7.2	6.8	7.6	7.1	7.2	7.4
	VFA mM/dl	4.34	5.33	5.10	5.67	5.88	5.60	5.45	5.34
	全窒素 mg/dl	1513	1317	1541	1681	2031	1205	1821	1587
セルロース消化率	セルロース消化率	46.38	44.40	50.66	43.25	46.29	50.67	52.71	47.77
	平均値からの偏差	-1.39	-3.39	+2.89	-4.52	-1.48	+2.90	+4.94	

たその他の測定条件を一定にして、セルロース消化率の経目的変動と再現性を調査した結果である。第4表に示したとおり、同一ルーメン濾液を接種源とした場合の測定誤差はきわめて少ないが、それに比較して経目的な変動は、やや大きかった。また、同一条件で飼養し、同一時刻に採取しても、第一胃内容物の性状は変動した。この程度の変動は不可避であるかどうか明らかでない

が、*In Vitro* セルロース消化率を栄養価推定のための Index とする場合、経目的変動を最少限にとどめることが今後の問題点であろう。

#### *In Vitro* TDN 価との相関関係：

第6表は、供用乾草の一般成分と綿羊による消化率から算出した可消化成分含量を示す。チモシーの刈り取り時期別一般成分の変動の傾向は、前報<sup>13)</sup>と全く同一の結果であった。

第6表 供用乾草の一般組成と可消化成分

無水物中%

	一般組成					可消化成分			
	粗脂肪	粗繊維	粗蛋白	NFE	灰分	粗脂肪	粗繊維	粗蛋白	NFE
チモシー 1	5.73	24.74	18.70	43.18	7.65	3.54	18.74	14.48	30.89
チモシー 2	5.37	28.20	14.00	45.44	6.99	3.31	17.99	9.88	28.09
チモシー 3	4.33	32.45	13.13	43.66	6.43	2.65	22.77	9.44	25.87
チモシー 4	4.63	31.78	9.35	47.95	6.29	2.25	19.48	5.91	27.82
チモシー 5	4.24	30.86	10.24	48.16	6.50	2.48	17.91	6.42	25.89
混 合 6	7.73	24.79	21.70	35.08	10.70	5.45	17.37	16.33	21.15
混 合 7	6.39	27.14	15.59	40.93	9.95	4.41	18.46	10.94	26.36
混 合 8	6.52	26.20	17.34	39.66	10.28	4.20	18.44	12.77	25.44

綿羊による消化試験の結果は第7表に示すとおりである。一般に成熟するに従い、養分消化率が減少していることは、多くの試験成績と一致すると

ころである。

第8表は綿羊による DDM, TDN 価と TDN 推定値ならびに *In Vitro* セルロース消化率を示す。

第 7 表 綿羊による消化率

種 類	綿 羊	乾 物	粗 脂 肪	粗 纖 維	粗 蛋 白	N F E
チモシー 1	1	74.19	64.04	78.99	77.65	73.90
	2	71.37	61.42	74.84	77.17	71.45
	3	69.96	60.12	73.40	77.53	69.26
	Av.	71.84	61.86	75.74	77.45	71.54
チモシー 2	4	61.56	58.05	61.95	70.73	61.72
	5	63.81	63.73	65.87	70.77	62.99
	6	62.11	63.58	63.56	70.37	60.78
	Av.	62.49	61.79	63.79	70.62	61.83
チモシー 3	1	63.86	59.61	71.08	71.24	59.93
	2	63.09	60.72	70.27	70.55	59.29
	3	63.05	63.74	69.15	74.01	59.50
	Av.	63.33	61.36	70.17	71.93	59.24
チモシー 4	4	56.84	51.85	59.65	62.88	57.73
	5	56.90	59.18	61.54	61.80	56.28
	6	62.59	61.01	62.78	65.12	60.07
	Av.	58.78	57.35	61.32	63.27	58.03
チモシー 5	1	55.81	58.88	59.67	61.91	55.96
	2	42.38	48.38	45.95	55.59	41.84
	3	64.37	67.86	68.45	70.63	63.50
	Av.	54.19	58.37	58.02	62.71	53.77
混 合 6	1	67.26	70.83	71.76	70.68	62.47
	2	62.86	67.68	66.33	72.25	56.77
	3	68.50	73.11	72.05	77.82	61.64
	Av.	66.21	70.54	70.05	75.25	60.96
混 合 7	1	66.67	67.03	70.59	70.17	66.77
	2	64.10	69.61	65.98	68.38	63.03
	3	65.02	70.61	67.49	72.10	63.49
	Av.	65.26	69.08	68.02	70.22	64.43
混 合 8*	2	67.48	62.63	71.88	73.61	65.08
	3	65.84	66.15	68.90	73.59	63.19
	Av.	66.66	64.39	70.39	73.60	64.14

\* 綿羊 No. 1 下痢発症のため除外

SCHNEIDER 方式による TDN 推定値は、混合乾草の場合は類似した値となっているが、チモシーの場合は一致していないことが、一見して明らかである。Pennsylvania 方式による TDN 推定値と In Vivo TDN とは一般に類似した値となっているが、チモシーについてみると、成熟するに従い、In Vivo では TDN が減少しているにもかかわらず、推定値では出穂期 (No. 3) 以後減少していないことが目立っている。これに反し、

In Vitro セルローズ消化率は、成熟するに従い、In Vivo と同様に減少し、In Vivo DDM 値とよく一致した関係にあることが明らかである。

第 9 表は、In Vivo DDM, TDN 値との相関係数を算出した結果であるが、第 8 表からもうかがえるとおり、SCHNEIDER 方式は In Vivo と合致せず、Pennsylvania 方式の方がすぐれており、相関係数は 5% の有意性が認められた。しかし、In Vitro セルローズ消化率の場合は、更にすぐ

第8表 *In Vivo* DDM,\* TDN\*\* 値と TDN 推定値ならびに *In Vitro* セルローズ消化率

		<i>In Vivo</i>		TDN 推定値		<i>In Vitro</i> セルローズ消化率	
		DDM	TDN	SCHNEIDER	Pensylvania		
チ	モ	1	71.84	72.09	63.20	69.35	65.21 ± 1.48
チ	モ	2	62.50	64.09	60.71	63.81	56.38 ± 1.05
チ	モ	3	63.33	64.04	56.70	58.82	51.45 ± 1.82
チ	モ	4	58.78	58.28	61.11	58.15	42.44 ± 0.60
チ	モ	5	54.18	55.79	62.27	59.49	39.11 ± 1.02
混	合	6	66.21	67.11	67.70	70.41	66.48 ± 0.61
混	合	7	65.27	65.70	64.99	65.56	64.03 ± 1.55
混	合	8	66.67	66.10	65.79	67.25	67.64 ± 1.05

\* 可消化乾物含量, \*\* 無水物中に換算

第9表 *In Vivo* DDM, TDN 値と TDN 推定値ならびに *In Vitro* セルローズ消化率との相関関係  
相関係数 r

<i>In Vitro</i>	TDN 推定値		<i>In Vitro</i> セルローズ消化率
	SCHNEIDER	Pensylvania	
D D M	0.33	0.80*	0.90**
T D N	0.33	0.82*	0.91**

\* 0.05%有意性 \*\* 0.01%有意性

第10表 粗蛋白含量から推定された可消化粗蛋白含量と実際値との関係

	粗蛋白	可消化粗蛋白の推定値	可消化粗蛋白の実際値	偏差		
チ	モ	1	18.70	14.17	14.48	-0.31
チ	モ	2	14.00	9.72	9.88	-0.16
チ	モ	3	13.13	8.90	9.44	-0.54
チ	モ	4	9.35	5.33	5.91	-0.58
チ	モ	5	10.24	6.17	6.42	-0.25
混	合	6	21.70	17.01	16.33	+0.68
混	合	7	15.59	11.23	10.94	+0.29
混	合	8	17.34	12.88	12.77	+0.11

れており、いずれも1%の有意性が認められた。

第10表は Pennsylvania 方式による可消化粗蛋白含量の推定値と綿羊による実際値との関係を示したものである。

推定値と実際値とは、よく類似した数値となり、相関係数は  $r = 0.98$  となつた。その偏差をみるといずれも1%以下である。チモンでは推定値の方が実際値よりもやや低い数値であるが、混合乾草ではやや高い値となつた。

HOLTER<sup>9)</sup> (Cornell 大学) は多量の試料について、粗蛋白含量と可消化粗蛋白含量との相関関係を調査し、 $Y = 0.929 X - 3.48$  ( $Y$  = 可消化粗蛋白

含量,  $X$  = 粗蛋白含量) とした。Pennsylvania 方式では、 $Y = 0.946 X - 3.52$  である。両者とも大差のない数値となるが、本試験の結果では、チモンの場合は Pennsylvania 方式の方が実際値との差が少なく、混合乾草の場合は、逆に Cornell 大学の方式が差が少なくなった。

#### IV 考 察

著者ら<sup>13)</sup>は、第一胃内容液の性状は、乾草単味給与時で最もその変動が少ないことを観察した。従って、*In Vitro* セルローズ消化率を測定する場合の接種源としてのルーメン濾液は、乾草単味給与時のフィスチュラ綿羊から採取するのが適切であると考えられ、また多くの *In Vitro* 法もそうになっている。しかし、第5表の結果をみると、飼養条件と採取方法を一定にしたつもりであるが、ルーメン濾液の性状には変動がみられ、また繊維素分解能 (セルローズ消化率) も多少変動している。第5表の結果からは、セルローズ消化率と、ルーメン濾液の性状との間には、一定の関係がみられないようである。今まで継続した実験結果から、経日的変動さえなくすれば、*In Vitro* セルローズ消化率は、栄養価の Index として、最もすぐれており、また実用化が可能であると思

われる。第5表の結果では、まだ変動が大きいようであるが、多少の変動は不可避であるかもしれない。この変動を指摘し、その補正方法を提案したのは BAUMGARETT<sup>3)</sup> である。氏は、供試飼料と同時に、標準試料の *In Vitro* セルローズ消化率を測定し、標準試料における長期間の平均値からの偏差で、供試飼料のセルローズ消化率を補正する方式を案出した。この方式により補正されたセルローズ消化率の変異係数は、わずかに1.59%になると報告している。以上の方式は、経目的変動を少なくするきわめてすぐれた着想であると思われるので、著者らも今後はこの方式に従い、セルローズ消化率を補正したいと考えている。

第8表、第9表の結果をみると、SCHNEIDER方式よりも Pennsylvania方式の方がすぐれており、またこれによっても TDN の推定が可能に見えるし、実際的にはこれで十分な場合が多いであろう。しかし、詳細に観察してみると、チモシー乾草の場合、成熟すると一致しないことについては、前述したとおりである。この理由は、前報<sup>1)</sup>ならびに本報の結果、また POULTON<sup>16)</sup> がのべているように成熟すると粗繊維含量が増大したためである。

実際に農家で調製されている乾草は、チモシー乾草が多く、それも出穂期以後に刈り取られているのが普通なので、このような場合に、一般分析値から TDN 価を推定する方式では、正しくその栄養価を比較評価しえないことになれば、問題は大きい。

牧草中の炭水化物を、粗繊維と NFE フラクションに分けること自体に問題はあるが、要するに、その含量は変動がなくても、その構造が変化し、そのために消化性が減退するのであろう。このような消化性の減少を簡易に、かつ的確に知る必要のある場合には、*In Vitro* セルローズ消化率による方法が特にすぐれていると思われる。

*In Vitro* セルローズ消化率と、*In Vivo* 消化率との関係については、BAUMGARDT et al.<sup>3)</sup>、HERSHBERGER et al.<sup>9)</sup>、DONEYFER et al.<sup>7)</sup>、LEFEVRE and KAMSTRA<sup>11)</sup>、REID et al.<sup>17)</sup>、BARNETT<sup>2)</sup>らの報告があり、これらは *In Vivo* 乾物消化率、

可消化エネルギー、セルローズ消化率、エネルギー消化率、粗繊維消化率などの相関関係を調査したもので、いずれも1%の有意性もしくは高い有意性を示している。しかし、TDN 価との相関係数を算出した研究例はみられない。本試験の結果によると、*In Vitro* セルローズ消化率と *In Vivo* TDN 価との間にも1%の有意性があることを確認したので、実験例数を重ねたのち、本法によるセルローズ消化率から TDN 価を推定する回帰式を求めたいと考えている。

## V 摘 要

1. いわゆる Artificial Rumen を栄養価推定のために用いる場合には、可能な限り単純化する必要があるので、本報では簡易化された *In Vitro* 法を採用した。

2. 200c.c. の三角フラスコに1gの試料を採取したのち、30c.c. の Mineral Solution(McDUGALL's 1948) と、フィスチュラ綿羊から採取した25c.c. のルーメン濾液を加え、上部を炭酸ガスで置換したのち、ゴム栓で密栓し、40°Cの孵卵器中で24時間培養したのち、セルローズの定量を行なった。

3. セルローズ消化率の再現性を検討した結果同一ルーメン濾液を用いた場合の測定誤差は僅少であり、また飼料給与の前後にともなう経時的変動は少なかつたが、約40日間における7回測定値の経目的変動は比較的大きかつた。

4. 生育時期別チモシー乾草5点、早刈りマメ科、イネ科混合乾草3点、計8点について、綿羊6頭を2群に分けて、消化試験を実施し、これによる TDN 価と *In Vitro* セルローズ消化率、TDN 推定値 (SCHNEIDER 方式、Pennsylvania 方式) との相関係数を算出した結果、それぞれ0.91\*\*、0.33、0.82\* で、*In Vitro* セルローズ消化率との相関関係が最も高かつた。また、*In Vivo* DDM との関係は、それぞれ0.90\*\*、0.33、0.80\* であつた。

5. Pennsylvania 方式による可消化粗蛋白質含量の推定値は、綿羊による実際値とよく類似した数値となり、相関係数は0.98を示した。

## 文 献

- 1) ADAMS, R. S., 1961; Results of feed analysis in feeding dairy cattle. *Jour. of Dairy Sci.*, 44: 11: 2105.
- 2) BARNETT, A. J. G., 1957; Studies on the digestibilities of the cellulose fraction of grassland products. I. The Relation between the digestibility of silage cellulose as determined *in vitro* and silage crude fiber digestibility determined by feeding trial. *Jour. of Agr. Sci.*, 49: 4: 467.
- 3) BAUMGARETT, B. R. et al., 1962; Evaluation of forages in the Laboratory II. Simplified artificial rumen Procedure for obtaining repeatable estimates of forage nutritive value. *Jour. of Dairy Sci.*, 45: 1: 62.
- 4) CLARK, K. W. and G. O. MOTT., 1960; The drymatter digestion *in vitro* of forage crops. *Canadian Jour. of Plant Sci.*, 40: 1: 123.
- 5) CRAMPTON, E. W. and E. DONEFER, 1960; A nutritive value index for forages. *Jour. of Animal Sci.*, 19: 2: 538.
- 6) CRAMPTON, E. W. and L. A. MAYNARD, 1938; The relation of cellulose and lignin content to the nutritive value of animal feeds. *Jour. of Nutrition*, 15: 383.
- 7) DONEFER, E., 1960; Prediction of the nutritive value index of chopped and ground forage by an *in vitro* method. *Jour. of Animal Sci.*, 19: 4: 1304.
- 8) HERSHBERGER, T. V. et al, 1954; Use of the artificial rumen technique to estimate the nutritive value of forages. *Jour. of Animal Sci.*, 18: 2: 770.
- 9) HOLTER, J. A. and J. T. REID, 1959; Relationship between the concentrations of crude protein and apparently digestible protein in forages. *Jour. of Animal Sci.*, 18: 4: 1339.
- 10) 京大農学部, 1959; 農芸化学実験書, 第2巻:515
- 11) LEFEVERE, C. F. and L. D. KAMSTRA, 1960; A comparison of cellulose digestion *in vitro* and *in vivo*. *Jour. of Animal Sci.* 19: 3: 867.
- 12) MATRONE, G., 1944; A study of lignin and cellulose methods for the chemical evaluation of feeds. Master of Science Thesis, Cornell University.
- 13) 森 一他 日農化誌投稿予定; 柴田他; 1961; 日畜会報; 32: 3: 16; より引用
- 14) 三井計夫, 西山太平, 1960; 牧草講座, 利用編; 264
- 15) 森木 宏, 1960; 家畜栄養学, 159
- 16) POLTON, B. R. et al, A comparison of result of several *in vitro* forage evaluation techniques with *in vivo* value. 私信
- 17) REID, R. L. et al, 1960; Relationship of forage digestibility and ind intake data to *in vitro* and *in vivo* fermentation indices. *Jour. of Animal Sci.*, 19: 4: 1312.
- 18) 高野信雄, 三股正年, 1962; 草飼料の評価法に関する試験 I. Pennsylvania 方式による Forage Evaluation の適応性, 日本畜産学会北海道支部会報; 第5号:26
- 19) 高野保ほか, 1962; *In vitro* 消化率による粗飼料の栄養価推定法に関する試験 I. *In vitro* によるセルロース消化率の測定法とこれによるチモシーと赤クローバーの刈り取り時期別消化率について, 道農試集 9: 39
- 20) 坪松成三, ラデノクローバー 給与時における第一胃内可溶性窒素化合物の変動に及ぼす筈並びに澱粉給与の効果について (乳牛放牧時における補給飼料の効果に関する一考察) 道農試集, 12, 89.

## Summary

1. The object of this experiment was to study the relation of the *in vitro* cellulose digestibility to *in vivo* TDN.

2. Simplified artificial rumen technique was described and repeatability of this cellulose digestibility was observed.

3. Rumen juice from fistulated sheep fed good quality timothy has only was used as inoculum and six sheep for usual digestion experiment. Five samples of timothy hay cut at different growth stages and three samples of legume-grass hay cut at young stages were used for *in vitro* cellulose digestibility and digestion experiment.

4. Correlation coefficient,  $r$ , between *in vitro* cellulose digestibility and *in vivo* TDN, DDM was 0.91, 0.90, respectively. This was superior to the correlation coefficients,  $r$ , 0.33, 0.82 which were calculated from *in vivo* TDN and estimated TDN according to SCHNEIDER and Pennsylvania methods.

5. Similar values were observed in estimated digestible crude protein contents calculated by Pennsylvania method and actual value and its correlation coefficient,  $r$ , was 0.98.