

# 放牧牛の生理・生態に関する研究

## II-8 Indicator method による放牧和牛の消化率と採食量の推定について

春本 直・加藤正信・青木晋平・武田 祥 (畜産学研究室)

Tadashi HARUMOTO, Masanobu KATO, Shimpei AOKI and Shyo TAKEDA

### Physiological and Ecological Studies on the Grazing Cattle

#### II-8 The Estimations of the Digestibility and Forage Intake with Grazing Cattle by Indicator Methods

### 緒 言

Indicator method による消化率と採食量の推定法の検討を行なうため、われわれはすでに舎飼めん羊を使い indicator として chromogen と  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  を用いて、消化率および採食量の推定値が、常法によって求めたこれらの値に一致するかどうかを確かめ、また  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  が糞中へ排出される濃度の日変動の性質について調べた。<sup>(4)</sup> その結果、Indicator method は放牧家畜の消化率および採食量の推定にも利用できるのではないかと考えられたので、本試験では実際に放牧されている和牛について、消化率と採食量の推定値を求め、この方法を利用する場合の問題点について考えてみた。

### 試 験 方 法

三瓶山西の原県有放牧場(総面積約11ha.で、このうち約6 ha.はラジノクローバー、イタリアンライグラスおよびオーチャードグラスによる改良牧野であり、あとの5 ha.は野草で、シバおよびチガヤが主体である。草生の状況はかなり良好であった。)に終日放牧されている4頭の成雌和牛を供試した。供試牛の詳細は第1表に示す通りである。

第1表 供試和牛の詳細

牛番号	体重 kg	生年月日	最近分娩 年月日	備 考
1号牛	363	昭29.5.5	昭37.9.25	妊娠6カ月
2 "	330	30.4.1	37.12.16	空胎、子付
3 "	339	31.11.11	37.12.19	空胎、子付
4 "	287	34.8.1	37.8.10	妊娠4カ月

試験期間は1963年5月15日~26日の12日間で、7日間の予備期間ののち、5日間を採糞期間とした。試験期間

中各供試牛には毎日午前8時に  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  15gずつを給与した。 $\text{Cr}_2\text{O}_3$  の給与法は、約15gの小麦粉とよく混合し固練りのだんご状にして直接経口投与した。採糞期間5日間は、前報の方法と同様に、毎日午前8時および午後4時に直腸より糞の採取を行なった (grab sample)。毎日午前8時に採取した糞の一部をとり、直ちに chromogen の分析を行なったが、その他の糞の試料は実験終了時までそれぞれビニール袋に入れて密封し冷蔵庫中に保存した。その後、これらの糞試料は約60°Cで乾燥して粉末にし、おのおの水分含量および  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  含量の分析を行ない、さらに供試牛別に5日間の糞の等量混合試料について一般飼料成分の分析を行なった。

放牧場の草の試料採取は、マメ科牧草(ラジノクローバー)、イネ科牧草(オーチャードグラスが主体で若干のイタリアンライグラスを含む。)および野草の3種別に行ない、chromogen 含量と一般飼料成分につき分析した。これらの草の採取は採糞期間内3日間に行ない、草の chromogen 含量については採取後直ちに分析した。なお本試験の終了後直ちに24時間にわたる動態調査を2回反復し、その調査結果の集計から3種の草の採食割合を算定した。

<sup>(4)</sup> 糞および草の chromogen と  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  の分析法は前報の通りである。また一般飼料成分の分析は慣行法に従った。

### 結果および考察

#### 1. 放牧場の草および糞の chromogen 含量

放牧場で供試牛が採食した各草種の chromogen 含量を示すと第2表の通りである。

第2表から明らかなように、草種により chromogen 含量にかなり大きな差が認められ、マメ科牧草が最も高く、野草の3倍近くもあった。飼料の種類によって

第2表 放牧牛が採食した草の chromogen 含量

草 種 別	chromogen 含量 (unit/g.dry matter)
野 草	58.2
イネ科牧草	119.5
マメ科牧草	166.5
採食割合による平均値	85.3

注. 野草, イネ科およびマメ科牧草の乾物採食割合は 68.0, 16.2および15.8%とした。

chromogen 含量に大きな差があることは<sup>(5)</sup> 亀岡らのデータについても認められる。Indicator methodでは、供試牛が採食した草の chromogen 含量を正確に知ることが必須のことである。しかしこのように草種による chromogen 含量の差が大きく、また本試験を行なった放牧場では、その植生状況が一律ではなくてマメ科、イネ科牧草および野草の生育地域がかなり判然と区別されているので、供試牛が採食した草種や草量を正確に知り、採食したものと同一成分の草を採取するのは非常に困難である。このようなことが Indicator method による推定値の正確度を左右する大きな要因になると考えられる。そこで、できるだけ正確に各草種の採食割合を知るために、48時間にわたり供試牛の動態を調べ、各草種の採食時間から採食量の割合を算出した。その結果供試牛4頭の平均採食割合は、マメ科、イネ科牧草および野草について生草重量でそれぞれ24.2, 18.1, 57.7% (乾物重量で15.8, 16.2, 68.0%)であった。採食割合から算出した3種の草の平均 chromogen 含量は 85.3unit/g.dry matter となった。

つぎに採糞期間中、毎日午前8時に採取した各供試牛の糞中 chromogen 含量は第3表の通りである。

第3表 放牧牛の糞の chromogen 含量 (unit/g.dry matter)

試 験 日	1号牛	2号牛	3号牛	4号牛
5月22日	289	314	273	313
23 "	250	304	253	271
24 "	243	267	298	287
25 "	238	264	251	293
26 "	220	211	217	202
平均値	248.0	272.0	258.6	273.2

第3表をみると、糞中の chromogen 含量にはかなりの日変異がある。この原因として考えられることは、前述したように草種により chromogen 含量の差が大きいことと、供試牛の採食する草種や量にかなり日変異があ

ることに起因するものと推察される。最終日(26日)における各供試牛の糞中 chromogen 含量がいずれも最低値を示しているが、これはこれら4頭が常に1群となって同じような行動をしているために日による採食草種も大体似かよっており、その結果として、一律に chromogen 含量の少ない糞を排出したのではないかと考えられる。

## 2. 推定消化率

供試牛の草の採食割合から算出した草中平均 chromogen 含量と採糞期間5日間の糞中平均 chromogen 含量とこれらの一般成分の分析値から、つぎの式に従って推定消化率を算定した。

$$\text{推定消化率} = 100 - 100 \times \frac{\text{草の chromogen 含量} \times \text{糞中成分\%}}{\text{糞中 chromogen 含量} \times \text{草の成分\%}}$$

草の一般成分および推定消化率の値は第4表、第5表に示す通りである。

第4表 放牧牛が採食した草の一般成分含量 (% dry matter)

草 種 別	粗蛋白質	粗脂肪	粗繊維	可溶性無窒素物	粗灰分	生草の乾物%
野 草	11.4	2.7	30.0	47.4	8.5	24.3
イネ科牧草	14.5	2.7	34.8	39.5	8.5	18.5
マメ科牧草	18.7	3.2	30.5	37.9	9.7	13.4
採食割合による平均値	13.0	2.8	30.9	44.6	8.7	20.6

第5表 Indicator method による放牧牛の推定消化率 (%)

牛番号	粗蛋白質	粗脂肪	粗繊維	可溶性無窒素物	乾物
1号牛	55.3	24.3	74.0	67.6	65.6
2 "	59.9	33.2	74.2	71.0	68.6
3 "	57.4	27.4	73.9	69.8	67.0
4 "	59.7	32.9	74.9	71.7	68.8
平均値	58.1	29.5	74.3	70.0	67.5

第5表の結果、乾物消化率は65.6~68.8%で各供試牛間にとくに著しい差はなかった。各成分についてみると、粗脂肪の消化率が最も低く粗繊維が最も高かった。また粗脂肪の消化率の値に比較的大きな個体差が認められたが、その他の成分についてはとくに大きな差はなかった。

試験の関係上、この推定消化率の値を常法による消化率の値と直接比較できないのは残念であるが、その正確度に影響を及ぼす要因として考えられることは、供試牛

第 6 表 午前8時と午後4時に採取した放牧牛の糞の Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含量 (mg/g.dry matter)

試験日	牛番号		1 号 牛		2 号 牛		3 号 牛		4 号 牛	
	採糞時間		8 a.m.	4 p.m.						
5 月 22 日			6.8	5.5	6.5	4.0	5.0	3.8	8.3	7.2
23 "			7.6	7.9	8.5	6.2	5.9	4.2	8.4	6.2
24 "			6.6	6.5	6.9	3.9	5.4	4.2	7.1	5.5
25 "			8.8	6.3	7.5	4.2	6.3	4.5	10.0	6.0
26 "			7.7	6.1	2.1	2.5	5.1	4.3	3.7	3.5
平均 値			7.50	6.46	6.30	4.16	5.54	4.20	7.50	5.68
a.m.-p.m. 平均値			6.98		5.23		4.87		6.59	

が放牧場で実際に採食した草と同一組成の草の sampling ができたかどうか最も大きいものである。本放牧場のように草種間の chromogen 含量の差が大きく、また放牧中の採食行動にも日変異があることから考えると、草の sampling 方法について今後検討の余地が多分にあると思われる。

3. 糞の Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含量

採糞期間中、毎日午前8時および午後4時に直腸より採取した糞の Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含量は第6表の通りである。

第6表によると、一般に午前8時に採取した糞の Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含量は午後4時の糞の Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含量に比較してかなり高い傾向を示している。この傾向は、<sup>(4)</sup>前報の舎飼めん羊についても認められ、他の研究者らも同じような結果を報告している。<sup>(3)(8)(9)</sup>しかし HARDISON<sup>(3)</sup>らの放牧時はこの傾向が逆になったという結果とは矛盾している。Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の排出濃度のこのような傾向は採食の時間や量によって影響されると考えられているが、放牧中の家畜については、放牧場の種々の条件によって採食習性には当然差があり、その結果 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の排出の傾向が舎飼家畜と逆になることもあり、また同じような傾向を示すこともあるのではなからうか。

また本試験の結果で、午前8時と午後4時の糞の間の Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含量の差が日によって一定でないのは、採食の時間や量に日変異があることが原因の一つになっているものと推察できる。

Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の排出濃度にはかなりの日変異が認められ、2, 4号牛ではとくに大きかった。これは直接排糞量に比例した傾向を示すものではなく、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の投与量と糞中への排出量の関係が日によって一定でないことは前報の回収率についても明らかであった。本試験では都合で5日間の採糞期間しか設けなかったが、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> による Indicator method の採糞期間は短期間では問題があり、7日ある<sup>(1)(2)</sup>はそれ以上とると好結果が得られると報告されており、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の排出濃度の日変異がかなり

あることから、5日間の採糞期間は誤差を大きくする原因の一つとなるだろう。

4. 推定排糞量および推定採食量

Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の給与量と午前8時および午後4時に grab sampling した糞の Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含量の平均値から推定排糞量を算定し、さらに推定消化率の値を利用して推定採食量を算定した。推定排糞量および採食量はつぎの式によって求めた。

$$\text{推定排糞量} = \frac{\text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ 給与量}}{\text{糞中 Cr}_2\text{O}_3 \text{ 含量}}$$

$$\text{推定採食量} = \frac{\text{推定排糞量}}{100 - \text{推定消化率}}$$

その結果は第7表の通りである。

第7表 Indicator method による放牧牛の推定排糞量および推定採食量 (g/day)

牛番号	推定排糞量 (乾物重)	推 定 採 食 量	
		乾 物 重	生 草 重
1 号 牛	2,149	6,247 (1.7) %	30,340 (8.4) %
2 "	2,875	9,167 (2.8)	44,519 (13.5)
3 "	3,074	9,317 (2.7)	45,252 (13.3)
4 "	2,276	7,289 (2.5)	35,398 (12.3)

注。( )内の数値は体重に対する採食量%。

供試放牧牛の1日当り草の推定採食量は、生草重量で30.3~45.3kg でかなりの個体差があった。体重と採食量とは必ずしも比例しておらず、体重の8.4%~13.5%で、2および3号牛の採食量が大きい。これらの牛はいずれも哺乳中の子牛がついていたため養分の必要量が大きく、その結果として採食量も多かったものと考えられる。なお消化率と採食量との間には明らかな関係はないようであった。

なお推定採食量と消化率から供試放牧牛の摂取エネルギーの計算をした結果、体重1kg 1日当り46.8~78.8

Cal (平均 68.6 Cal.) であった (T.D.N. 1 kg のエネルギーを 4,400 Cal. として計算した)。これは、すでに自然牧野および改良牧野に放牧中の和牛について測定した<sup>(6)(7)</sup>消費エネルギーの値と比較してかなり高かった。

Indicator method で算定した推定採食量については、ある場合には推定消化率ならびに推定排糞量おのこの誤差が相乗的に表われうるわけであるから、案外大きな誤差を生ずることになるので十分考慮しなければならない。

以上の結果から、放牧牛の消化率および採食量の推定にあたり、とくに問題となる点について考えてみると、糞中の chromogen あるいは  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  含量にはかなりの日変異があるので、ある程度採糞期間を長くすることが推定値の正確度を高めるのに役立つものと考えられること、また草種により chromogen 含量の差が大きいので、植生の一様でない放牧場ではとくに草の慎重な sampling に留意しなければならないことがあげられる。

### 摘 要

chromogen および  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  を indicator として 4 頭の放牧牛の消化率と採食量の推定値を求め、Indicator method を利用する場合の問題点について若干の検討を行なった。その結果の概要はつぎの通りである。

(1) 放牧牛が採食した草の推定乾物消化率は、65.6～68.8%で平均67.5%であった。

(2) 推定採食量は生草重で、30.3～45.3 kg/day で体重の 8.4～13.5%であった。哺乳子付牛 2 頭の採食量がかなり高かった。また 体重 1 kg 当り摂取エネルギーは

46.8～78.8 Cal/day であった。

(3) chromogen 含量は草種によりかなり大きな差があることがわかった。

(4) 排糞中の chromogen および  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  含量にはかなりの日変異があった。

(5) Indicator method による推定値の正確度を高めるためには、採糞期間と採食した草の sampling にとくに問題があるのではないかと推察された。

### 引 用 文 献

1. CLANTON, D. C. : J. Animal Sci. 21(2) : 214—218, 1962
2. DAVIS, C. L., J. H. BYERS and L. E. LUBER : J. Dairy Sci. 41 : 152—159, 1958
3. HARDISON, W. A. and J. T. REID : J. Nutrition 51 : 35—52, 1953
4. 春本 直・加藤正信・青木晋平・武田 祥 : めん羊研究会誌 1 (発表予定)
5. 亀岡瑄一・森本 宏 : 農技研報 G 13 : 77—89, 1957
6. 加藤正信・青木晋平・武田 祥・藤光正昭 : 島根農大研報 10(A) : 57—63, 1962
7. 加藤正信・青木晋平・藤光正昭・武田 祥 : 島根農大研報 11(A) : 40—44, 1963
8. KANE, E. A., W. C. JACOBSON and L. A. MOORE : J. Nutrition 47 : 263—273, 1952
9. SMITH, A. M. and J. T. REID : J. Dairy Sci. 38 : 515—524, 1955

### Summary

The indicator methods by the use of chromogen and  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  as indicators were applied on grazing cows, for determining digestibility and intake of pasture forage. Four Japanese Black Breed of Cattle were used in this trial.

During 7 days adjustment period and 5 days fecal sampling period, 15 g of  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  were administered for each cow at 8 a.m. once daily. During 5 days sampling period, fecal grab samples were taken rectally at 8 a.m. and 4 p.m.. These samples were analyzed and determined their chromogen and  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  contents.

The estimated coefficients of dry matter digestibility of pasture forage by grazing cows were ranged from 65.6 to 68.8%, and the estimated forage intakes were 30.3 to 45.3 kg/day in fresh weight. The forage intakes were higher in two milking cows. The chromogen levels of forage samples from pasture had large variations and the chromogen and  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  contents of fecal grab samples also largely varied day by day.

From these results, it is suggested that the reliability of estimated values of digestibility and forage intake would be affected by the sampling of pasture forage, representative of the one consumed by cows, and by the period of fecal sampling.