

若令肥育牛の複胃の形態的大きさと増体との関係

誌名	中国農業試験場報告. B, 畜産部 = Bulletin of the Chugoku Agricultural Experiment Station. Series B
ISSN	03667464
著者	田中, 彰治, 吉田, 正三郎, 松川, 正, 上田, 敬介,
巻/号	14号
掲載ページ	p. 29-40
発行年月	1966年12月

若令肥育牛の複胃の形態的大きさと増体との関係

田中彰治・吉田正三郎・松川 正・上田敬介

目 次

I 緒 言	27
II 試験方法	27
1. 材 料 牛	27
2. 方 法	28
III 試験結果	28
1. 肥育期間中の増体量および飼料採食量	28
2. 複胃の大きさ	28
3. 複胃の形態的大きさと増体との関係	30
4. ルーメン容積と内容量との関係	31
5. 体型とルーメン容積との関係	32
6. 哺乳中の複胃の発育	33
IV 考 察	34
V 摘 要	35
引用文献	36
英文摘要	38

I 緒 言

反芻動物の胃は、全内臓器官中最大の器官であり、腹腔の大半をしめる大のうである。しかも、その構造および作用は、複雑かつ特異的であるために、栄養生理学上種々の問題を提起している。

しかし、初生時の前胃は、形態的にも、また機能的にも未発達であり、年齢の増加とともに次第に発達して反芻動物本来の消化作用を営むようになるのであるが、とくに反芻動物の消化上重要な役割を占める第1胃は、形態的には第4胃より小さく、機能的にも休止している。

この、生時から成畜にいたる間のルーメンの発達については、多くの研究があり^{2,5,6,7,24,25)}、わが国では玉手^{21,22)}、林⁸⁾によって乳牛、緬山羊を用いて詳細な研究が行なわれた。これらの研究によって、生後の飼養条件、とくに飼料がルーメンの発達に直接影響することが示されている。

しかし、ルーメンの発達と離乳後の増体能力との関

連についての報告は比較的少い。

若令肥育において、素牛が同一系統であり、かつ飼養条件をひとしくしても、飼料採食能力、消化能力、飼料選択性、および増体能力にかなり個体差がみられるが、前胃の大きさがこれらの個体差の少くと1も因であると考えられる。さらに肥育の場合、かなり長期にわたり濃厚飼料あるいは粗飼料を飽食させるが、飼料採食能力と増体能力、あるいは肥育効率とが密接に関連していることが知られている。すなわち、同じ飼養法によっても飼料の採食状態に個体差があり、このことが体重増加量の変異の主要な1因をなしているのであり、前胃の容積が飼料採食能力と関連があるかどうかを知ることは重要な問題といえよう。また、前胃の内容物量が筋肉歩留に与える影響は大きく、肥育経済の面から重要な問題である。

このような観点にたち、黒毛和種若令肥育牛の複胃の形態的大きさを測定し、あわせて肥育期間中の増体能力との関係を検討した。

なお、本報告をとりまとめるにあたり、種々御指導をいただいた東北大学津田助教授、玉手助教授、ならびに御指導と校閲を賜った当畜産部林部長に深く謝意を表す。

II 試 験 方 法

1. 材 料 牛

材料牛は、いずれも黒毛和種であり「肉牛飼養標準設定に関する研究」に供用された若令去勢牛18頭および「和牛産肉能力検定方法に関する研究」に供用された若令雄牛12頭、あわせて30頭の肥育牛のほか、初生時から離乳時にいたる育成中の雄子牛6頭である。

このうち、肥育牛30頭については、複胃の大きさと増体能力との関係について検討し、雄子牛6頭は哺乳中の胃の発育を知るのに用いた。

これらの若令肥育牛は、給与水準が異なる4群(A, B, C, D)から成っている。このうちA, B, C

は肉牛飼養標準設定に関する研究に供用されたものであり、その概要はつきのとおりである すなわち、配合飼料、とうもろこし埋草、ビートパルプを主として給与し、他に補正飼料として、とうもろこし、大豆粕を与えた。給与養分はDCP, TDN, をNRC 1才肥育牛標準(1958)に対して、それぞれ、A: 80, 90%, B: 110, 100%, C: 100, 110%を目標とする制限給与を行なった これに対し、D群は濃厚飼料および粗飼料の自由採食方式をとり、配合飼料に切りわら10% (重量比)を混合したものと、青草あるいは埋草との常時給与を行なった

試験は離乳後約1カ月間飼ひ直したのち開始した肥育期間はいずれも308日間である 供試牛はスタンチヨンで個別に飼ひ、水はウォーターカップで自由に飲ませた

2. 方法

材料牛は、飼養試験終了後、約40時間絶食したのち屠殺した。放血、はく皮後、ただちに全内臓有内容重量を測定したあと、各内臓器官に分離し、それぞれの組織重量を測定した。胃は、食道部および十二指腸部の境界を結んでとり出し、脂肪を除いて、1+2胃(以下ルーメンと称す)、3胃、4胃の3部に分離して、それぞれの有内容重量を測定したあと内容物を洗い出して容積を測定した

ルーメン容積の測定は、Flatt ら⁴⁾の排水法にやや準じて次のようにして行なった すなわち、まず、直径100cm高さ30cmの容器(a)の内側に、直径70cm高さ80cmの容器(b)をおき、bに水を1杯に満した ついで1方をとじたルーメンを浸してこの中に水を注入し満杯とした。この時の排水量aを測定しこれより組織重量を差引いて(比重を1として)ルーメン容積とした。4胃の容積も同様の方法で測定したが、3胃は、有内容のままボリュームを排水法で測定し、組織重量を差引いて内容積とした。

各胃の新鮮組織重を測定したあとルーメンおよび4胃は切り開いて面積を測定した。さらに、第1胃の半紙毛発達をもっともいちぢるしい脊前盲のう底部から10×10cmの組織片を切りとり、粘膜を筋肉層から分離し、通風乾燥機で90°C 24時間乾燥し、さらに24時間放置して風乾状態としたあと秤量した。この結果を全乾燥組織中の粘膜%として示した⁴⁾ なお、この部位の半紙毛色調の濃度を8段階に分類し、薄いものから

濃いものへ1~8のスコアで示した。

III 試験結果

本報に用いた材料牛は、生後7~8ヶ月令の去勢牛または雄牛を各種の給与水準によって、いずれも308日間肥育したものであるが、これらの概況およびルーメン容積その他を、各群ごと一括して第1表に示した。

1 肥育期間中の増体量および飼料摂取量

材料牛の試験開始時の日令は、去勢牛175~219日であり、雄牛はやや遅れて219日~262日である この時の開始体重は、去勢牛160~209kg, 雄牛188~216kgであった

終了時体重はD群が499±47kgでもっとも変異が大きいが、これは肥育期間中の増体量の変異がもっとも大きいのと一致しており、飼料の自由採食方式のために個々の増体能力が充分に発現されたためと考えられる 肥育期間中の飼料摂取量は濃厚飼料および粗飼料を90%ADMに換算して、その1日平均摂取量を示した。D群が7.8±0.5kgでもっとも多く、A群が6.7kgでもっとも少い。しかし、各群とも飼料はほぼ飽食の状態であり、ADM摂取量の群間の変異は比較的少いといえる。これに対して、摂取飼料中の濃厚飼料と粗飼料の比は群間に差があり、全摂取飼料中の粗飼料の割合(%)は、A群がもっとも大きく、33.4±2.2であり、ついでB: 30.4±2.2, C: 25.0±1.3, D: 20.9±2.0となる すなわち、D群は、摂取飼料中の約80%が濃厚飼料である この濃厚飼料摂取量は増体量の傾向と一致しており、肥育期間中の飼料採食量と増体速度との間に密接な関係があることが推定される。肥育期間中の1日平均増体量は去勢牛0.69~0.96kg, 雄牛0.74~1.11kgであった

2 複胃の大きさ

第1胃と第2胃は別々に容積を測定することは困難であり、かつ内容物に明らかな差がみられないので、こみにしてルーメンとして容積を測定した その結果、ルーメン容積は55.4~125.4ℓの範囲にあり、変異が大きかった。とくにD群は89.3±16.9ℓであり、もっとも変異が大きく、体重および増体量の変異が大きいのと同一傾向を示している。第3胃の容積は有内容の排水量から組織重を差引いて内容積としたために、内容物のしめる容積とひとしいが、これは、1.3~3.3ℓ

第1表 材料牛の概要と複胃の大きさ

項 目		群	A	B	C	D
頭 数			6	6	6	12
性			♂	♂	♂	♂
開始時体重	kg		187±18	185±15	176±11	205±11
終了時体重	kg		424±28	420±21	443±29	499±47
〃 日令	日		495±18	493±15	484±11	555±14
E B W	kg		365±26	373±17	391±28	437±43
1日平均飼料摂取量	kg		6.7±0.4	7.1±0.2	7.1±0.5	7.8±0.5
〃 増体量	kg		0.74±0.05	0.78±0.07	0.84±0.09	0.96±0.13
ルーメン内容物量	kg		24.2±1.6	25.7±4.8	26.7±1.4	27.4±5.4
胃容積(ℓ)	1+2胃		76.2±8.6	68.8±9.6	64.9±7.4	89.3±16.9
	3 〃		2.6±0.6	1.9±0.5	1.7±0.3	2.4±0.6
	4 〃		4.3±1.1	3.0±0.5	3.1±1.1	5.0±1.4
胃容積(ℓ/100kg _{EBW})	1+2胃		20.9±2.3	18.4±2.1	16.6±1.7	20.5±3.6
	3 〃		0.7±0.2	0.5±0.2	0.5±0.1	0.6±0.2
	4 〃		1.2±0.3	0.8±0.2	0.8±0.1	1.2±0.3
胃容積(%)	1+2胃		91.7±1.5	93.4±1.2	93.1±0.8	92.1±1.9
	3 〃		2.8±0.7	2.5±0.6	2.4±0.5	2.6±0.5
	4 〃		5.5±1.1	4.1±0.9	4.5±0.5	5.3±1.6
胃組織重(kg)	1+2胃		6.42±0.46	5.68±0.57	5.91±0.92	7.54±0.60
	3 〃		2.00±0.17	1.49±0.24	1.48±0.12	1.89±0.21
	4 〃		1.35±0.10	1.13±0.10	1.19±0.21	1.39±0.23
胃組織重(kg/100kg _{EBW})	1+2胃		1.77±0.14	1.52±0.15	1.51±0.18	1.73±0.15
	3 〃		0.55±0.06	0.40±0.06	0.38±0.04	0.44±0.05
	4 〃		0.37±0.05	0.30±0.02	0.30±0.04	0.32±0.07
胃組織重(%)	1+2胃		65.7±1.9	68.5±2.7	68.7±2.3	69.6±2.5
	3 〃		20.4±1.0	17.9±2.1	17.4±2.0	17.6±2.0
	4 〃		13.9±1.0	13.6±1.0	13.9±1.3	12.8±2.0
面積(dm ²)	1+2胃		98.6±5.6	87.5±10.6	85.0±6.5	95.3±6.1
	4 〃		19.6±2.7	14.9±1.0	15.5±7.7	19.0±2.5
組織重/dm ² (g)	1+2胃		65.2±6.1	65.7±10.2	69.6±10.4	79.1±4.2
	4 〃		69.8±5.5	76.3±10.0	76.9±3.9	73.3±9.7
第1胃粘膜(%)			57.7±7.0	53.9±9.1	52.1±9.1	63.7±3.1
半絨毛色調			5.0±2.0	7.6±0.8	7.0±1.1	5.0±2.4

であり、第4胃は2.5~7.1ℓであった。ルーメン容積の個体間変異が大きかったのに反して、各胃の相対的大きさは変異が小さく、全胃容積中にしめるルーメン容積の割合は、89.8~95.4%の範囲内にあり、各群間

にほとんど差はみられない。なお、第3胃、4胃がしめる割合は、それぞれ、1.4~3.7%、3.1~7.4%であった。

年令や体重が異なる場合の胃容積や組織重の大きさ

を示すのに、消化管内容物による変異を除くために、Empty body weight (E BW) に対する大きさで示すのが適当である^{4,5,7)} 本報において、E BWは、屠殺直前体重から全消化管内容物量を差引いて得た100kg E BW当りのルーメン容積はA群がもっとも大きく、 20.9 ± 2.3 lであり、C群がもっとも小さく、 16.6 ± 1.7 lであった

胃の組織重は、D群が最大で、ルーメンは 7.54 ± 0.60 kgであるが、100kg E BWあたりで示すと群間の差は少い 全胃組織重は全牛で $7.32 \sim 11.78$ kgの範囲内にあり、100kg E BWあたりでは $1.96 \sim 2.95$ kgであった。全胃組織重中に各胃がしめる割合は、ルーメンが群平均で $65.7 \sim 69.6\%$ をしめ、ついで第3胃 $17.4 \sim 20.4\%$ 、4胃 $12.8 \sim 13.9\%$ であり、各胃の相対的大き

さは群間で差がなく、変異が少い。すなわち、複胃の容積および組織重は個体間の変異はかなり大きい、各胃の相対的大きさは変異が比較的少いといえる。

容積および組織重を測定したあと、ルーメンおよび第4胃は切り開いて面積を測定し、これより単位面積当りの組織重を算出した。この結果は 10×10 cm当りの重量で示したルーメンは $46.6 \sim 84.3$ gであり、4胃は $61.1 \sim 94.4$ gであった。第1胃粘膜の割合は、D群が最大で $63.7 \pm 3.1\%$ をしめるが、いずれも筋肉組織よりも多いことが示されている。また、この部位における半絨毛色調は、D群で白色に近いものが2例みられ、群内の変異がもっともいちぢるしかった。

3 複胃の形態的大きさと増体との関係

肥育期間中の増体能力と各種の複胃の特性値との関

第2表 複胃の大きさと増体能力との関係

項 目	群	頭 数	胃 容 積		胃 組 織 重		1+2胃 組織/dm ² 重	第1胃 粘膜%	半絨毛 色 調
			1+2胃	3+4胃	1+2胃	3+4胃			
開 始 時 体 重	A B C	18	0.35	0.01	0.32	0.05	0.15	-0.41	-0.42
	D	12	0.13	0.38	0.42	0.50	0.30	0.34	0.35
	合 計	30	0.21	0.23	0.35	0.20	0.18	-0.30	0.04
終 了 時 体 重	A B C	18	0.54*	0.24	0.57*	0.35	0.24	0.24	-0.18
	D	12	0.27	0.28	0.68*	0.28	0.39	0.00	0.33
	合 計	30	0.35	0.26	0.59**	0.42*	0.24	0.13	0.64**
増 体 量 (全 期)	A B C	18	0.03	0.23	0.42	0.72**	0.15	0.53*	-0.23
	D	12	0.29	0.29	0.64*	0.23	0.32	-0.14	0.26
	合 計	30	0.30	0.24	0.51**	0.42*	0.17	0.26	0.11
増 体 量 (末 期 4 週)	A B C	18	0.35	0.02	0.29	0.59*	0.07	0.35	-0.13
	D	12	0.36	0.27	0.49	0.27	0.05	0.05	-0.14
	合 計	30	0.32	0.13	0.35	0.47*	0.07	0.28	-0.13
飼 料 摂 取 量	A B C	18	0.31	0.11	0.53*	0.58*	0.30	0.29	-0.04
	D	12	0.16	0.10	0.41	0.33	0.26	-0.05	0.25
	合 計	30	0.21	0.23	0.85**	0.46*	0.26	0.18	0.15
粗 飼 料 比	A B C	18	-0.15	0.03	0.24	0.24	0.57*	0.46	0.13
	D	12	0.27	-0.13	0.21	0.09	0.05	-0.39	-0.14
	合 計	30	0.12	-0.07	0.22	0.08	0.07	0.24	-0.05
胃 内 容 物 重	A B C	18	0.58*	0.16	0.06	0.65**	-0.41	0.23	-0.38
	D	12	0.60*	-0.14	0.08	-0.11	-0.43	-0.52	-0.77**
	合 計	30	0.59**	-0.10	0.05	0.22	-0.34	0.16	-0.65**

* 5%水準で有意 ** 1%水準で有意

係を知るために、単相関係数を算出して、その結果を第2表に示した。相関係数は去勢牛を用いて制限給与を行なった群（ABC）と、雌牛を用いて自由採食を行なった群（D）との間で別々に算出し、さらに全牛こみにした場合についても示した。この場合の相関係数は、共分散を用いて群間の差を除いて求めた。まず、ルーメン容積と生体重との間の関係については、A～C群で終了時体重との間に有意の相関がえられた。しかし、肥育期間中の増体量および飼料採食量との間には有意の相関はえられなかった。これは、本報で用いたルーメン容積の測定法が内部圧を比較的少なくするために、水そう内で注水したにも拘らず、かなり拡張がみられ、いわゆる潜在的な容積を示している故であろう。生体において、ルーメン容積は腹腔の大きさによって制限されるものと考えられる。この点についてはのちにふれる。

ルーメン容積と内容物重との間の相関は高度に有意であり、体重を一定とするルーメン容積と内容物重との間の偏相関係数は、 $r = 0.62$ であり、1%水準で有意であった。一方、3+4胃容積と生体重との相関は低く、この間の関係はうすいものと考えられる。

ルーメン組織重と終了時体重との間に高度に有意の相関がえられ、全期間の増体速度および飼料摂取量との間にも有意の相関がえられた。さらに、3+4胃組織重と終了時体重との相関は全牛について有意であり、増体量および飼料摂取量との相関も多くの場合に有意であった。すなわち、胃の組織重の発達は、肥育期間中の体重増加を密接に反映している。

ルーメンの機械的運動作用に関連しているとみられる単位面積当りの組織重は、摂取飼料中の粗飼料の割合と関連していることが、A～C群について示されており、これは、Harrisonら⁷⁾の傾向と似ているが、全牛こみにした場合については、これらの間の相関は低い。第1胃粘膜%はルーメン内の醗酵の様相を反映し、機能的な発達を示すといわれるが⁴⁾、A～C群で全期間の増体量との間に有意の相関がえられた。Sinclair¹⁹⁾は、綿羊により、粘膜%と全期間(114日)の増体との相関は低いが、末期4週間の増体との間に有意の正の相関をえている。D群でこれらの間の相関が低いのは測定値が少なく(6例)、かつ、個体変異が少なかったためと考えられる。しかし、D群の第1胃粘膜%は、 63.7 ± 3.1 であり、もっとも半絨毛の発達

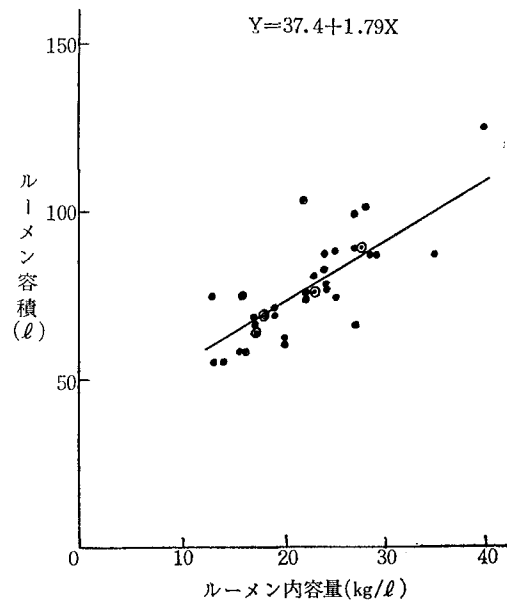
がすぐれていた。

半絨毛の成長が正常であるのに、白色で色素を欠くものが肥育牛の場合に度々みられる。この第1胃粘膜色調と増体量との関係については、Sinclair¹⁹⁾が綿羊を用いて、末期4週間の増体との間に有意の正の相関がえられたとし、また、Kunkel¹²⁾も同じ結果をえている。しかし、本報においては、第1胃粘膜の色調と増体との関係は、全期間および末期4週間の増体とのいずれについても高い相関はえられなかった。なお、第1胃粘膜色調とルーメン内容量との間に有意の負の相関がえられた。

また、試験開始時体重と終了時体重および飼料摂取量との間の相関係数は、全牛についてそれぞれ、 $r = 0.58, 0.51$ であり、1%水準で有意であった。さらに、肥育期間中の飼料摂取量と増体量との間の相関係数は、 $r = 0.86$ とゆうたかい値がえられ、開始時体重を一定とする飼料摂取量と増体量との偏相関係数は $r = 0.97$ であった。すなわち、飼料採食能力のすぐれているものは、増体および飼料効率がよいことを示している。

4. ルーメン容積と内容量との関係

ルーメン容積と屠殺によってえたルーメン内容量



第1図 ルーメン容積と内容量との関係

(総量)との間に有意の正の相関がえられたことはすでに述べられたとおりである。これらの関係は第1図に示した。ルーメンの内容重に対する容積の回帰式は、 Y : ルーメン容積 (ℓ), X : ルーメン内容重 (kg) とすれば、 $Y=37.4+1.79X$ で示され、回帰係数は1%水準で有意である。

本報の場合、屠殺は絶食約40時間後に行なった。一般に、ルーメン内容は、分解、吸収および他の消化官への移行によって減少し、これに種々の要因が作用するが¹⁾、Emery³⁾はルーメン内容の乾物量は摂取した飼料の質、量が一定であれば、給餌後の時間と共に減少するが、その影響は飼料中の濃厚飼料と粗飼料の比ほど大きくないとのべている。本報において、絶食時間中のルーメン内容量の減少を推定することはできないが、内容量の比重を約1とすれば⁷⁾、ルーメン内容(総量)がしめる容積は、生体における真のルーメン容積と密接に関連していると考えられる。

5. 体型とルーメン容積との関係

本報でえたルーメン容積は、内部圧によってかなり拡張されている。真の容積は腹腔の大きさによって制限されると考えられる。

和牛の体型測定部位のうち、腹腔の大きさにある程度まで関与するとみられる部位、すなわち、胸囲、胸幅、胸深、体長の四部位を選び、ルーメン容積および内容量との相関係数を求め、第3表に示した。それぞれの測定部位は次のとおりである。すなわち、体長：肩端前より坐骨端までの水平距離、胸囲：肩胛骨後隅直後(帯径部)の周尺、胸幅：前肋最広部の水平距離、胸深：帯径部頂点と胸底との垂直距離、である。相関係数は、材料牛がいずれも、いわゆる若令肥育牛であり、飼養法もいちぢるしい差はないので、全牛こみにして算出した。その結果、ルーメン容積と生体重のほか、胸囲、胸深、体長との間に有意の正の相関がえられた。また、ルーメン内容量との間には、生体重のほか胸深との間に有意の相関がえられた。

つきに、これらの相関係数をもとにして、ルーメン内容量を推定するために、生体重のほか、比較的相関のたかかった部位、胸囲、胸深、体長を選び、これらの測定値に対する標準偏回帰および重相関係数を算出した結果は第4表に示したとおりである。

また、ルーメン内容量については、生体重のほか体長を除く3部位、すなわち、胸囲、胸深、胸幅をえ

第3表 ルーメン容積および内容量と体型測定値との相関 (n=30)

項目	ルーメン容積	ルーメン内容量
生 体 量	0.58**	0.52**
胸 囲	0.45*	0.29
胸 深	0.55**	0.64**
胸 幅	-0.07	-0.23
体 長	0.54**	0.04

* 5%水準で有意
** 1%水準で有意

第4表 ルーメン容積および内容量に対する体型測定値の標準偏回帰および重相関係数

項目	ルーメン容積	ルーメン内容量
生 体 重	0.46	0.27
胸 囲	-0.31	0.04
胸 深	0.27	0.37
胸 幅	—	-0.33
体 長	0.22	—
重相関係数	0.76**	0.68**

** 1%水準で有意

らんで、これらに対する標準偏回帰および重相関係数を示した。これによるとルーメン容積に対する標準偏回帰は生体重がもっとも大きい値を示し、ルーメン容積の推定に対しては生体重がもっとも重要な役割をもつことを示している。

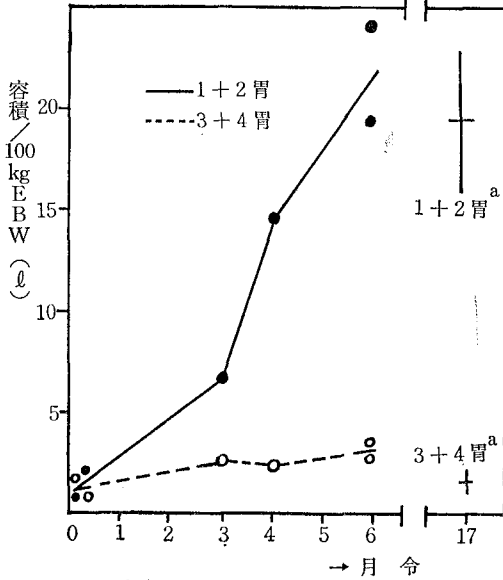
なお、これらの測定値を、生体重、 X_1 kg, 胸囲 X_2 cm, 胸深 X_3 cm, 胸幅 X_4 cm, 体長 X_5 cm とすれば、ルーメン容積 Y_1 ℓ およびルーメン内容量 Y_2 kg を推定する重回帰方程式はつぎのとおりである。

$$Y_1 = 77.7 + 0.1482(X_1 - 456.8) - 0.7773(X_2 - 185.8) + 1.3889(X_3 - 65.9) + 0.6979(X_5 - 144.3)$$

$$Y_2 = 22.5 + 0.0338(X_1 - 456.8) + 0.0345(X_2 - 185.8) + 0.7314(X_3 - 65.9) - 0.9298(X_4 - 46.8)$$

なお、この式にそれぞれの数値を代入してえたルー

メン容積の修正値と肥育期間中の乾物摂取量との間に全牛について、 $r=0.82$ （1%水準で有意）の相関がえられた。これらの関係は第2図に示した



a: 成牛30頭の平均値および標準偏差
第2図 容積/100kg EBW の推移

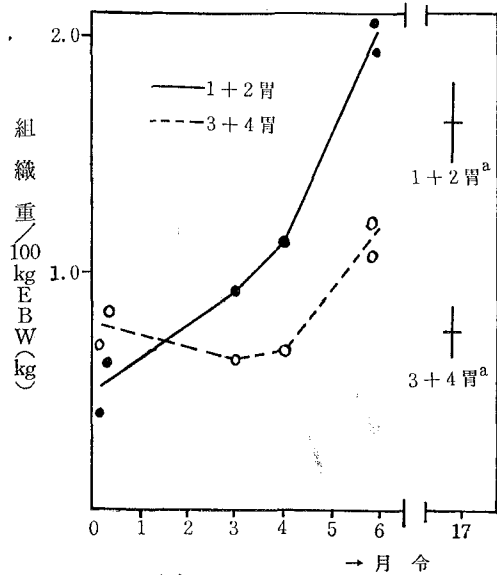
6. 哺乳中の複胃の發育

初生時の子牛は第1胃よりも4胃の方が大きく、離乳によって急速に前胃が發育し、短期間に成牛と同じ形態と配置になるが、この間の前胃の發育の速度や質に対して飼料が重要な役割をもっていることが明らかにされている²³⁾。

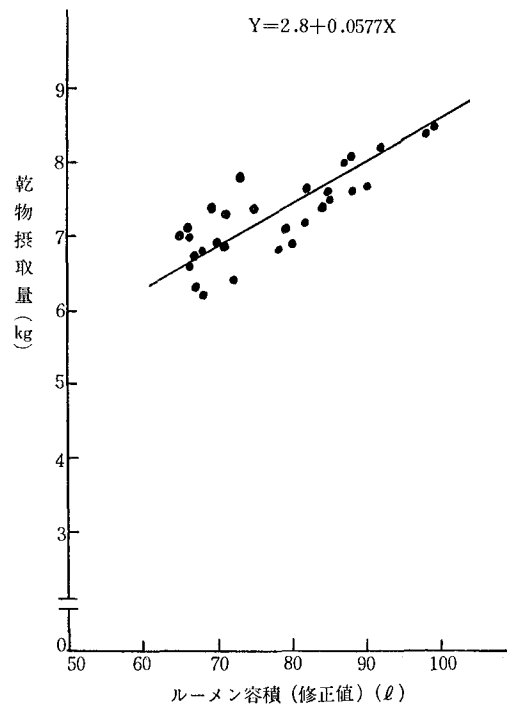
和牛の場合、生後6~7カ月で離乳するのが普通であるが、この間の子牛の育成は母牛につけて行われるために、子牛の哺乳および採食の開始は随意的に行われる。このような通常飼養の場合の複胃の発達を知るために、生後5日から176日令にいたる子牛6頭(黒毛和種)を屠殺して胃の發育をしらべ、その結果を第5表に示した。これによると、生後5日で屠殺した1号牛のルーメン容積は第4胃より小さく、1+2胃と3+4胃の比は0.7:1であったが、生後10日令で屠殺した2号牛は第1胃の方が4胃よりはるかに大きく、その比は、2.1:1であった。また、2号牛の第1胃内に乾草が充満しており、すでにかかなり採食していることがみとみられた。

胃容積および組織重の發育を100kg EBW当りで示

すと、第2図、第3図のとおりである。また、若令肥



a: 成牛30頭の平均値および標準偏差
第3図 組織重/100kg EBW の推移



第4図 ルーメン容積と乾物摂取量との関係

第5表 哺乳中の複胃の発達

牛 番 号		1	2	3	4	5	6
項 目							
生 後 日 令 日		5	10	92	119	176	175
生 時 体 重	kg	25.5	26.0	26.5	29.0	24.5	25.0
屠 殺 時 体 重	kg	28.0	34.0	76.0	106.0	133.0	138.0
E B W	kg	27.3	32.8	70.3	95.4	113.2	115.5
胃 内 容 物 量	kg	0.3	0.8	3.2	8.2	15.5	15.9
1 日 平 均 増 体 量	kg	0.50	0.80	0.54	0.65	0.62	0.65
胃 内 容 積 (ℓ)							
1 + 2 胃		0.25	0.65	4.75	13.90	27.18	22.25
3 + 4 胃		0.34	0.31	1.63	2.05	3.83	3.35
容 積 / 100 kg E B W (ℓ)							
1 + 2 胃		0.92	1.98	6.76	14.57	24.01	19.26
3 + 4 胃		1.25	0.94	2.32	2.14	3.38	2.90
容 積 率 (%)							
1 + 2 胃		42.4	67.7	74.5	87.1	87.6	86.9
3 + 4 胃		57.6	32.3	25.5	12.9	12.4	13.1
1 + 2 胃 / 3 + 4 胃		0.7	2.1	2.9	6.8	7.1	6.7
胃 組 織 重 (kg)							
1 + 2 胃		0.11	0.20	0.65	1.10	2.32	2.25
3 + 4 胃		0.19	0.27	0.44	0.65	1.37	1.25
組 織 重 / 100 kg E B W (kg)							
1 + 2 胃		0.40	0.61	0.92	1.15	2.05	1.95
3 + 4 胃		0.70	0.82	0.63	0.68	1.21	1.08
組 織 率 (%)							
1 + 2 胃		36.7	42.6	59.6	62.9	62.9	64.3
3 + 4 胃		63.3	57.4	40.4	37.1	37.1	35.7
1 + 2 胃 / 3 + 4 胃		0.6	0.7	1.5	1.7	1.7	1.8
組 織 重 / dm ² (g)							
1 + 2 胃		28.9	31.7	36.7	32.2	51.1	55.4
4 胃		44.4	48.9	33.7	39.8	57.7	57.5
グリコゲン濃度 (mg/g)							
肝 臓		35.8	38.7	36.9	11.9	16.8	26.3
心 臓		3.4	1.6	1.1	0.3	2.8	1.6
筋 肉		12.9	7.3	9.2	6.9	10.1	8.3

育30牛頭のデータをあわせて示した。採食の開始にもなって、この期間内のルーメン容積の増加速度は、増体速度よりもはるかに大きいことが明らかである。これに対して、3+4胃は体重増加に相應する發育しか示さない。

IV 考 察

反すう動物の前胃容積は消化生理のうえに重要な役割をもっている。とくに肉牛肥育の場合は、飼料は多くの場合に飽食させるために、その意義は一層大きいと考えられる。また、育成中のルーメン容積の増大

が、増体速度よりはるかに大きいことはその機能的役割が大きいことを示している。17～18カ月の黒毛和種若令肥育牛について胃容積を測定した結果、個体差が大きかった。

ルーメンの発達と離乳後の増体との関係について、Sinclair¹⁹⁾は、綿羊を用いて、1+2 胃組織重量、半絨毛の密度、長さおよび、第1胃粘膜色調が114日間の发育速度と正の相関があることを示し、また、Kunkel¹²⁾も同じ結果を示している。本報において、半絨毛の長さの測定は行なわなかったが、1+2 胃組織重量と肥育期間中の増体速度および飼料採食量との間に有意の正の相関がえられ、胃の发育が体重増加と密接な関連があることが明らかである。しかし、第1胃粘膜色調と増体との間にはほとんど関連がみとめられなかった。

肥育期間中の飼料採食量と増体量との間に吉田ら^{28,29,30)}は高い相関があることを示しており、また、飼料要求率(1kg増体あたりの養分量)と増体との間にも有意の負の相関をえている。さらに、増体速度と増体効率との関係については、Knapp¹¹⁾、Pierce¹⁶⁾、その他の研究があるが、いずれも一定期間内の増体量と飼料効率との間に密接な関係があることを報告している。

本報において、肥育牛30頭について、肥育期間中の1日平均ADM摂取量と増体速度との間に $r=0.86$ の有意の相関がえられ、開始時体重と独立に、飼料摂取量と増体量との偏相関係数を求めた結果、 $r=0.97$ で高度に有意であった。すなわち、飼料の喰い込みのよいものは増体および肥育効率がすぐれていることが明らかである。

胃の大きさと飼料採食量との関係については、Wardrop^{26,27)}は綿羊により、Kesler¹⁰⁾は子牛によって、1+2 胃組織重と随意採食量との間に関連があることを示唆しているが、本報において、若令肥育牛の1+2 胃組織重量と肥育期間中の乾物摂取量との間に全牛について $r=0.85$ の相関をえており、これは、1%水準で有意である。

さらに、Purser¹⁵⁾は、低窒素飼料の乾物摂取量とルーメン容積との間に、つよい相関があるとし、粗飼料の自由採食量は、ルーメン容積に比例するのとべている。そこで、排水法で測定したルーメン容積とADM摂取量との相関を求めた結果、ほとんど関連がみ

とめられなかった。しかし、測定したルーメン容積は、内部圧によってかなり拡張しているとみられ、生体での真の容積は腹腔の大きさによって制限されると考えられることから、牛の腹容の大きさに関与するとみられる体型測定部位のうち、ルーメン容積と比較的たかい相関のみられた、体重、胸囲、胸深、体長を選び、これよりルーメン容積を推定する重回帰方程式をもとめた。この式よりえたルーメン容積の修正値と肥育期間中のADM摂取量との間に、全牛につき、 $r=0.82$ (1%水準で有意)の相関がえられた。

前述のとおり、若令肥育において、飼料採食量は肉生産能力と密接な関連があるので、喰い込みを増すための工夫が必要である。

反すう動物の飼料採食量を左右する要因は複雑多岐にわたると考えられ、とくに肥育(仕上げ)のように、給与飼料が濃厚飼料主体となる場合は、一層複雑であり、たんに前胃の大きさのみによって説明することはできない。しかし、一般に、反すう動物の飼料のかさが大きいことは、胃の拡張あるいは、ある時期におけるルーメン内容の量が採食量に對して、非反すう動物よりも、より大きい意義をもつものと考えられる。一方、熊崎、松川¹³⁾は、12カ月令の体型測定値と離乳後の増体量との遺伝相関をしらべた結果、体高および十字部高の相関値が他の部位に比較していちぢるしく低いことから、離乳後の増体能力のたかい牛を選抜するには、体高よりも体長、体幅、体深に重点をおくべきであるとのべているが、このことは、ルーメン容積を制限する腹腔の大きさについて遺伝的改良の効果を示唆するものといえよう。さらに、和牛の通常飼養の場合における哺乳中の胃の发育をしらべた結果、生後10日ですでにルーメン容積は第4胃の2倍に发育していた。このことは、かなり早期に第1胃の发育が起ることを示している。林⁹⁾によると、和牛の採食開始日令は平均9日であり、反すう開始日令が生後11～12日令と観察していることから、哺乳中の胃の发育は採食の開始と関連していると考えられる。

V 摘 要

生後7～8カ月令から約10カ月間肥育した黒毛和種若令肥育牛を、肥育試験終了後屠殺して複胃の形態的大きさを測定し、肥育期間中の増体能力との関係を検討した。これらの供試牛は、去勢牛3群および雄牛1

群、あわせて30頭である。このうち、去勢牛には濃厚飼料のほか、とうもろこし埋草またはビートパルプを用いて制限給与を行ない、雄牛には濃厚飼料および青草または埋草の自由採食を行なった。

このほか、和牛の通常飼養の場合における哺乳中の胃の発育を知るために、生後5～176日令の子牛6頭を屠殺して胃の大きさを測定した。

結果の概要はつぎのとおりである。

1. 肥育期間中の1日平均増体量は群平均で、0.74～0.96kgであり、また、1日平均ADM摂取量は6.7～7.8kgであった。

2. 肥育期間中のADM摂取量と増体速度との間に密接な関係があり、採食能力のすぐれた牛が肥育効率のよいことが明らかである。

3. 生後約17～18月令で屠殺した肥育牛の、1+2胃(単にルーメンと称す)容積を排水法で測定した結果、77.9±15.9ℓであり、個体差が大きかった。しかし、全胃容積中にルーメンがしめる割合は、92.5±1.6%であり変異が少なかった。一方、3胃、4胃はそれぞれ2.6±0.5%、4.9±1.3%であった。さらに、ルーメン組織重は、全平均6.61±1.01kg、100kgEBWあたりでは、1.65±0.18kgであり、全胃重中にルーメンがしめる割合は、68.4±8.4%であった。

4. 胃の組織重と生体重との間に有意の正の相関があり、また、肥育期間中の増体速度および飼料採食量との間にも有意の相関がえられた。このことは、胃の発育が、体重増加に密接に反映していることを示している。

5. 第1胃粘膜重%と増体量との相関は、ABC群で有意であった。半被毛色調と増体量との間に関連はみとめられなかった。

6. ルーメン容積と内容量との間に有意の相関がえられた。

7. ルーメン容積と生体における腹腔の大きさに関与するとみられる体型測定部位、胸囲、胸深、体長との間に有意の相関がえられた。これより、ルーメン容積および内容量を推定する重回帰方程式を算出した結果、つぎのとおりである。

$$Y_1 = 77.7 + 0.1482(X_1 - 456.8) - 0.7773(X_2 - 185.8) + 1.3889(X_3 - 65.9) + 0.6979(X_5 - 144.3)$$

$$Y_2 = 22.5 + 0.0338(X_1 - 456.8) + 0.0345(X_2 - 185.8) + 0.7314(X_3 - 65.9) - 0.9298(X_4 - 46.8)$$

ただし、 Y_1 =ルーメン容積(ℓ)、 Y_2 =ルーメン内容量(kg)、 X_1 =体重(kg)、 X_2 =胸囲(cm)、 X_3 =胸深(cm)、 X_4 =胸幅(cm)、 X_5 =体長(cm)。

8. 排水法によってえたルーメン容積と乾物摂取量との間にたかい相関はえられなかった。しかし、重回帰式よりえたルーメン容積の修正値と乾物摂取量との間に有意の正の相関がえられた。若令肥育牛の前胃の大きさはある程度まで、飼料採食量の規制に関与するものと考えられる。

9. 和牛の通常飼養の場合、哺乳中のルーメン容積の増加は、増体速度よりはるかに大きかった。また、生後10日、すでにルーメンが第4胃より大きく、かつ多量の乾草がルーメン内容に存在していたことから和牛の場合、採食開始と関連してかなり早い時期に反芻の開始とルーメン機能の発達が始ると推定される。

文 献

- 1) BALCH, C. C. and CAMPLING, R. C. : Regulation of voluntary food intake in ruminants. Nutrition Abst. Rev. 32(3) : 669-686. 1962
- 2) BODA, J. M., RILEY, P. and WEGNER, T. : Tissue glycogen levels in relation to age and some parameters of rumen development in lambs. J. Animal Sci., 21(2) : 252. 1962
- 3) EMERY, R. S., SMITH, C. K. and LEWIS, T. R. : Effect of hay-concentrate ratio on rumen fill as measured by an antipyrine dilution technique. J. Dairy Sci., 41(5) : 647. 1958
- 4) FLATT, W. P., WARNER, R. G. and LOOSLI, J. K. : Evaluation of several techniques used in the study of developing rumen function. Cornell Univ. Memoir, 361 : 1959
- 5) FLATT, W. P., WARNER, R. G. and LOOSLI, J. K. : Influence of purified materials on the development of the ruminant stomach. J. Dairy Sci., 41 : 1593. 1958
- 6) GODFREY, N. W. : The functional development of the calf. 1. Growth of the stomach of calf. J. Agric. Sci., 57 : 173. 1961
- 7) HARRISON, H. A., WARNER, R. G., SANDER, E. G. and LOOSLI, J. K. : Changes in the tissue and volume of the stomach of calves following the

- removal of dry feed or consumption of inert bulk. *J. Dairy Sci.*, 43 : 1301. 1960
- 8) 林 英夫・椎野昌隆・片山英美：乳牛子牛の發育に関する研究 I. 子牛複胃の大きさの日令別の發育状態, *日畜会報*, 33. 別号, 1962
- 9) 林 英夫：乳牛の生態, *日畜会東北支部報*, 13-1, 1963
- 10) KESLER, E. M., RONNING, M. and KNODT, C. B. : Some physical characteristics of the tissue and contents of the rumen, abomasum and intestines in male Holstein calves of various ages. *J. Animal Sci.*, 10 : 969. 1951
- 11) KNAPP, B. Jr., BAKER, A. L., QUESENBERRY, C. S. and CLARK, R. T. : Record of performance in Hereford cattle. *Montana Agric. Expt. Sta., Bul.*, 397. 1941
- 12) KUNKEL, H. O., TUTT, F. E., REAGER, J. C. GILM, H. A. and ROBLINS, J. D. Ruminal development of lambs related to rate of gain, anabolic estrogens, antibiotics, hydroxyzone and terephthalic acid. *J. Animal Sci.*, 21(4) : 681. 1962
- 13) 熊崎一雄・松川 正：和牛の産肉能力に関する統計遺伝学的研究第3報, 生時体重, 離乳時体重および離乳前増体量のリピータビリティ, *中国農試報* B12, 19—26, 1964
- 14) OTAGAKI, K. K. : Estimation of empty body weight of beef cattle. *J. Animal Sci.*, 21(1) : 20. 1962
- 15) PURSER, D. B. and MOIR, R. J. : Rumen volumes as a factor involved in individual sheep difference. *J. Animal Sci.*, 25(2) : 509. 1966
- 16) PIERCE, C. D., AVERY, H. G., BURRIS, M. and BOGART, R. : Rate and efficiency of gains in beef cattle. Some factors affecting performance testing. *Oregon Agric. Expt. Sta. Tech. Bul.*, 33. 1954
- 17) REID, J. T. : Nutrition and feeding of dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 39 : 735. 1956
- 18) Sisson and GROSSMAN : *Anatomy of domestic animal.* Saunders, 1961
- 19) SINCLAIR, J. H. and KUNKEL, H. O. : Variations in post-weaning development of ruminal mucosa in lambs. *Proc. Soc. Expt. Biol. Med.*, 102 : 57. 1959
- 20) 津田恒之：第1胃の生理, *日畜会報*, 34. 235. 1963
- 21) TAMATE, H. : The anatomical studies of the stomach of the goat. 11. Post natal changes in the capacities and the relative sizes of the four divisions of the stomach. *Tohoku J. Agr. Research*, 8 : 65. 1957
- 22) TAMATE, H., MCGILLIARD, A. D., JACOBSON, N. L. and GETTY, R. : Effect of various dietaries on the anatomical development of the stomach in calf. *J. Dairy Sci.*, 45(3) : 408-420. 1962
- 23) 梅津元昌：乳牛の科学, *農文協*, 1966
- 24) WARNER, R. G., FLATT, W. P. and LOOSLI, J. K. : Dietary factors influencing the development of the ruminant stomach. *J. Agr. Food Chem.*, 4 : 788. 1956
- 25) WARNER, R. G., BERNHOLDT, H. F., GRIPPIN, C. H. and LOOSLI, J. K. : The influence of diet on the development of the ruminant stomach. *J. Dairy Sci.*, 36 : 599. 1953
- 26) WARDROP, I. D. and COOMBE, J. B. : The post-natal growth of the visceral organs of the lamb. 1. The growth of the visceral organs of the grazing lamb from birth to sixteen weeks of age. *J. Agric. Sci.*, 54 : 140. 1960
- 27) WARDROP, I. D. and COOMBE, J. B. : The development of rumen function in the lamb. *Austral. J. Agric. Res.*, 12 : 661. 1961
- 28) 吉田正三郎・田中彰治・上田敬介・加藤国雄・熊崎一雄：和牛における産肉能力検定方法に関する研究第1報, 検定終了時体重および飼料の自由摂取について, *中国農試報*, B11, 1—25. 1963
- 29) 吉田正三郎・熊崎一雄・田中彰治・上田敬介・木村繁・板倉俊吉・加藤国雄：和牛における産肉能力検定方法に関する研究第2報, 供試牛選定条件および飼料給与法について, *中国農試報*, B12, 1—17, 1964
- 30) 吉田正三郎・上田敬介・田中彰治・松川 正：和牛における産肉能力検定方法に関する研究第3報, 直接検定法における検定期間その他の2, 3, の問題点について, *中国農試報*, B13, 1—20. 1965

The Relationships between Physical Development of Stomach and Performance Character in Young Fattening Cattle

Shoji TANAKA, Shozaburo YOSHIDA, Tadashi MATSUKAWA
and Keisuke UEDA

Summary

Thirty Japanese Black Cattles, approximately 17-18 months old, were slaughtered after a 308 days fattening experiment and measured their stomach size, and the relationship between some parameters of stomach development and performance characters in fattening period were examined. Those cattles used in this study were comprised of eighteen steers of three groups fed a limited amount of concentrate and corn silage or beet pulp as roughage and twelve bulls of one group fed liberally.

Besides, six suckling calves fed properly ranging from birth to weaning time were slaughtered and their stomach growth was investigated. The results obtained in this study are summarized as follows;

1. The average daily gain and daily ADM intake in fattening period ranged from 0.74 to 0.96 kg and from 6.7 to 7.8 kg respectively.

2. Significant positive correlation between the rate of gain and ADM intake in fattening period was noted in this study and it indicates that the ability to gain efficiently is strongly associated with the ability to eat.

3. The reticulo-rumen capacity determined by water displacement averaged 77.9 ± 15.9 liters for a total of thirty steers and bulls and it varied widely, but the individual differences of relative capacity was comparatively small, the reticulo-rumen constituting 92.5 ± 1.6 percent the omasum 2.6 ± 0.5 percent and the abomasum 4.9 ± 1.3 percent of total stomach capacity. The reticulo-rumen weight averaged 6.61 ± 1.01 kg and its relative size constituted 68.4 ± 8.4 percent of the total stomach weight.

4. The strong associations of stomach tissue weight to body weight, the rate of gain and feed intake in fattening period suggest that the general growth of stomach appears to reflect the body weight gain.

5. Percentage of mucosa was significantly correlated with the rate of gain during the entire period within steer groups but the mucosal color of rumen was not related to gain.

6. Significant positive correlation was obtained between the reticulo-rumen capacity and its contents.

7. Significant positive correlations of the reticulo-rumen capacity to body measurements relating to size of abdominal cavity such as heart girth, chest depth and body length were obtained.

To estimate the reticulo-rumen capacity and its contents from those body size, the multiple linear regression equations were computed as follows;

$$\begin{aligned}
 Y_1 &= 77.7 + 0.1482 (X_1 - 456.8) - 0.7773 (X_2 - 185.8) \\
 &\quad + 1.3889 (X_3 - 65.9) + 0.6979 (X_5 - 144.3) \\
 Y_2 &= 22.5 + 0.0338 (X_1 - 456.8) + 0.0345 (X_2 - 185.8) \\
 &\quad + 0.7314 (X_3 - 65.9) - 0.9298 (X_4 - 46.8)
 \end{aligned}$$

where Y_1 =reticulo-rumen capacity determined by water displacement (liter), Y_2 =rumen content in total weight (kg), X_1 =live body weight (kg), X_2 =heart girth (cm), X_3 =chest depth (cm), X_4 =chest width (cm) and X_5 =body length (cm).

8. The coefficient of correlation of the reticulo-rumen capacity determined by water displacement to ADM intake was not significant, but the corrected data of reticulo-rumen capacity from multiple regression equation were significantly correlated with ADM intake during the fattening period. It may be considered that the physical capacity of the reticulorumen is, to some extent, an important factor in regulating feed consumption in growing fattening cattle.

9. The growth rate of rumen capacity of suckling Japanese Black Cattles managed properly was more rapid than that of body weight gain and it may be considered that the rapid development of the rumen is accompanied by the beginning in eating habits of young calves from the facts that the reticulo-rumen capacity of 10-day-old calf exceeded in the abomasum and considerable amounts of hay were observed in the rumen contents.