反芻胃の消化に関する研究

Ⅶ 胃内容積に就て

神 立 誠・矢 津 則 之・森 山 昭

(東大農学部)

Studies on reticulo-rumen digestion

Ⅶ The volume of reticulo-rumen liquid in vivo

MAKOTO KANDATSU, NORIYUKI YAZU and AKIRA MORIYAMA

(Fac. Agr., Univ. of Tokyo.)

緒 言

反芻動物の前胃内には多数の原生動物が棲息して、活潑に活動しており、これが宿主の消化作用、ひいては栄養に何等の影響を及ぼしていることは古くから議論されてきたが、まだ充分明らかにされていない。著者らは微生物の反芻胃*に於ける役割を明らかにするために研究を行つてきた。その一部として反芻胃中の液体の部分の容積を知る必要が生じたため、これを測定する実験を行つたので、その結果を次に報告する。

反芻胃全体の容積に就ては動物の大きさ、年齢等によつて異なるが、羊及山羊で第一胃23 l、第二胃21計25 lという値があり、また羊で夫々13, 1 l計14 lという値もある¹⁾。山羊に就ては、玉手²⁾は生後1年以上のもので13 lという値を得ている。これらの値は何れも全内容を示すものであるが、この中には可成の気体が存在しており、従つて消化内容物のしめる容積はこれよりも小さい筈であり、また溶液のしめる容積は更に小さい。著者らはこの溶液の部分の容積の測定を企てた。その原理は先づ反芻胃液中のCl含量を測定しておき、後一定量のNaClを胃内に投入し、一定時間後再びCl含量を測り、Clの増減はないことを前提としその濃度差より次式により反芻胃液の容積を求める。

$$V = \frac{M}{C_1 - C_2}$$

但し、V：反芻胃液容積

M：投与Cl量

C₁, C₂：夫々NaCl投与前及び投与後の反芻胃液中Cl濃度

実験方法及結果

(1) 供試動物：第一胃にフイステルをつけたザーネン及

* 第一胃、第二胃を総称して反芻胃と呼ぶこととする。

在来種の山羊を用い、飼養管理は普通のようにし、飼料も時季によつて適宜に変更した。動物は前日夕刻給飼後18~20時間に実験を行い実験開始後は檻に入れ飼料及び水を与えなかつた。

(2) 実験方法：フイステルを附けた山羊をそのままの位置でカニュレの機をとつて異物鉗子又はピンセットでカニュレ附近の固つた内容物をまづ取り出し、更に内部の半流動体状の内容物を約100 gとり出す。後一定量のNaClを胃内に投入し、夫々15, 30分、1, 1.5, 2, 3, 4時間後に胃内容物を同様にして採取してClの定量を行う。即ち採取した内容物のうち50 gをとり、蒸溜水500 ccを加えてよく攪拌し遠心分離(1,500回/分、5分)して上澄液をとる。上澄液10 ccをとり、VOLHARD法により0.1N-AgNO₃ 5 ccを加え鉄アンモニウム明露を指示薬として0.1N-NH₄SCNで滴定してClの定量を行う³⁾。

NH₄SCNの滴定は稀薄溶液を用いなければならないためと供試液の着色のため終点が少しく不明瞭であつた。このためにフルオレツシンを用いる蛍光分析⁴⁾も試みた

第1表 反芻胃液中のCl含量

I 合			
日	時	Cl含量 (mg/100cc)	
1952. 6.	26	1.00 P. M.	57.5
	27	4.00 P. M.	59.7
	28	4.00 P. M.	65.5
	30	11.00 A. M.	55.5
	7. 1	11.00 A. M.	55.5
7. 1	1	4.00 P. M.	66.1
	2	10.30 A. M.	56.0
平均値			59.4±1.5*
7. 16	23	1.00 P. M.	54.7
	23	1.15 P. M.	77.3
	24	4.00 P. M.	72.4
平均値			74.9±1.3*

Ⅱ 羊

7. 21	1.50 P. M.	73.3
22	—	82.7
28	2.30 P. M.	61.5
平均値		72.5±5.0*

* 標準誤差

が、胃内容物は蛍光が強く適用できなかった。また夏季には気温が25°C以上になったため井水で冷却しながら測定することが必要であった。

⑤ 実験結果 反芻胃内容液中のCl含量

(a) 試料として胃内容物を水で10倍に希釈したので厳密な意味での胃液のCl含量は求められないけれども、別の実験結果(続報として発表の予定)によれば胃内容物

の水分含量は80~90%で短時間内には殆んど変化しないから、また胃液の比重は牛乳用比重計で測定した結果は1.00であったから、550ccとして胃液中のCl含量を算出した結果は第1表の如くである。

(b) 次に純結晶 NaCl 粉末5gをオブラートに包んで胃内に投入後の胃液中のCl含量の変化は第2表の如くである。

第2表 NaCl 粉末投与後反芻胃液中 Cl 含量の時間的变化

投与後時間	0	1/4	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	4
合 I	54.7						88.6		81.7
II	64.2		316.3		170.2	99.5	97.9	80.3	69.0
Cl含量mg/100cc	73.3 61.5	265.8		284.5	116.7	(1.6時間) 124.5	109.3		
早 I	92.3 165.1 49.7		100.0 408.5 112.4		159.5 178.6 133.2	161.2	133.0 194.2 73.9	155.4 176.1 59.4	132.1 176.1 59.4

(c) (b)の場合のように NaCl 粉末では投入後胃液への混合、拡散が速くないおそれがあると考えられるので、5%NaCl水溶液を100cc大型注射器で胃中央部に注入して(b)の場合と同様に胃液中のCl含量の時間的变化を追求めた結果は第3表の如くである。

第3表 NaCl水溶液投与後の反芻胃液中Cl含量の時間的变化

動物	投与後時間	0	1/2	1	1 1/2	2	3	4
合 I	70.7 57.8	183.0 153.3	144.5 120.4	122.0 94.7	107.6 88.3	104.3 82.7	80.3 57.8	
Cl含量mg/100cc	54.6 85.1 70.7	156.7 433.5 374.1	101.1 191.0 156.8	89.9 107.6 112.4	83.5 107.6 96.8	73.8 93.1 81.9	70.7 185.1 81.9	
早 II								

考 察

(1) 反芻胃液中のCl濃度 反芻胃液中のCl濃度が飼料の影響を受けることは当然であるが、その濃度は比較的一定しているものと推定され(第1, 2表)この値を羊の場合(95~53mg/100ml)⁷⁾と比較すると山羊の方が少く高い。

(2) NaCl投与後の反芻胃液中Cl含量の時間的变化 著者等の実験結果では NaCl 粉末でも溶液でも何れも投与後一旦 Cl 濃度は高くなり後2~3時間で凡そ均一となる。(第2, 3表)粉末と溶液との場合を比較すると溶液の場合の方が整一定量値を与えているので、混合は速かに行くものと思はれる。

反芻胃内に投入されたCl濃度の変化に就ては次の三つの事項が関係すると考えられる。その一つは反芻胃の運動であつて、この運動によりClは胃中に溶解混合されるわけであるが、その運動は広瀬⁸⁾によると短時間に劇しいものであるから可成速かに均一化されると推定される。その二は唾液よりの流入で、唾液の成分に就ては研究が少く、Cl⁻含量は山羊の耳下腺唾液100ml中10~12mg、

羊の混合唾液では22mg、24~43mg、耳下腺唾液で平均61mg等の値が得られており、その分泌量は羊の耳下腺唾液で1日平均1,310mlという値がある。これらの数値より唾液分泌量1日2l、その中Cl 60mg/100mlとしても全量1,200mg、1時間平均50mg、となり、胃液内推

定含量(60mg×100)に対しては2時間で2%以内の流入量となるので本実験の求めようとする値には影響は及ばないと考えられる。その三はClの吸収であるが吸収に就ては長い間その構造よりみてないものと信じられていた。然し近年低級脂肪酸の吸収が発見され¹⁰⁾、他の成分の吸収も考えられ始めており、Clの吸収に就てはSPERRER¹¹⁾、PARTHASARATHY¹²⁾ら及び津田¹³⁾の報告がある。

SPERRER¹¹⁾らの山羊での結果ではCl濃度305.3mg/100mlのものが4.5時間で273.4mg/100mlになり、またPARTHASARATHY¹²⁾らは羊で反芻胃中のCl濃度100mg/100ml以下では吸収は殆んどおこらず、反対に血液から第一胃内に分泌されるが、135mg/100ml以上では可成吸収される(0.3~0.6g/時間)と報告している。これに対して津田¹³⁾によるとNH₄Cl溶液Cl濃度0.1~0.3%では吸収は見られないが、濃度をますにつれて吸収速度をまし、Cl濃度3.3%溶液では4時間後最初の濃度の約65%を吸収する。著者らの場合は反芻胃液中のCl濃度は大体0.3%以下であつたから、津田によればClの(見かけの)吸収はないか、またはあつてもごく僅かであると考えられる。然しPARTHASARATHYらの結果からは可成の吸収がおこることになり、著者らの実験の場合の濃度は最高430mg/100ccで大部分は200mg/100cc以下であつたので、PARTHASARATHYらの羊での値が山羊に、然も著者らの実験条件の場合にも当てはまるとするとCl吸収量は2

時間で 20mg/100ml 程度になり、著者らの吸収はないとした容積算出式 D_1-D_2 の値は約 50mg/100cc となるから、約 40% 過大な数値を得ることになる。これに対して吸収量としてあげている数値 0.3~0.6g/時間 をとると 10~25% 過大値を得ることとなる。前者の値をとった場合の計算値は解剖による全容積の測定値と余りに隔たりすぎる点より吸収量は後者の値の程度で、吸収による誤差は著者らの求めようとする相対誤差 10% 程度と推定される。

以上の理由により、著者等の用いた方法により反芻胃液容積の大略は測定し得られるものと認められる。

③ 反芻胃液の容積 前記した計算式により投入後 2 時間の Cl 濃度を用いて反芻胃の液体部分の容積を算出すると第 4 表になる。但し実験値には第 3, 4 表以外のものも加えてある。

第 4 表 反芻胃液の容積

動物			胃液容積 l
性	年令	体重 kg	
合 I ザーネン種	5 才	37	8.9
			14.9
			12.3
			12.0±1.4*
合 II 在来種	2 才	19	8.5
			8.2
			9.9
			8.9±0.4
合 I ザーネン種	6 才	30	7.2°
			12.1
			9.7
			13.4
			12.6
			9.5
			10.8±0.9*
同 上			7.5△
			10.4
			12.6
			10.5
			13.5
			11.8
			11.1±0.8*

° 矢津測定 △ 森山測定 * 標準誤差

反芻胃液容積は、同一動物に於てもその状態、即ち前食の状態、飼料の種類、性質、摂取量、摂取後の時間、飲水量等によつて変化する事は当然と考えられるが、比較的近似した値を得たのは実験条件をできるだけ一定にしたためであろう。また供試動物夫々に就て、近似した値を示しているのも、著者らの前提の正しい一証と見られよう。

総 括

反芻胃内に於ける微生物の役割を明らかにする必要上反芻胃内容物の液体部分の容積を求めるために、Cl 濃度の変化を測定して次の結果を得た。

① 反芻胃液中の Cl 濃度は飼料其他の影響を受けるのは勿論であるが、同一個体で飼養条件を一定にすれば比較的一定なものである。

② 反芻胃内に投与された NaCl は粉末でも水溶液でも投与後 2~3 時間で大略均一になる。

③ 予め胃液中の Cl 濃度を求めておき、次に NaCl 5g を胃内に投入後 2~3 時間で再び胃液の Cl 濃度を求め、その稀釈度より胃液容積を算出した。その結果は次の如くであつた。

動物	性	年令	体重	反芻胃液容積 l
山羊	合 I	5 才	37 kg	12.0±1.4
		2	19	8.9±0.4
		6	30	10.8±0.9
				11.1±0.8

終りに反芻胃よりの吸収に関して御指示を頂いた東北大学津田助教授に謝意を表する。(1955, 9, 14. 受付)

文 献

- 1) MANGOLD, E., (1929) Handb. d. Ernähr. u. d. Stoffwechsels d. landw. Nutztiere II: 156.
- 2) 神立 誠, 高橋直躬 (1954) 日農化誌, 29: 833, 915, 30, 96.
- 3) ELLENBERGER, W., H. BAUM (1932) Handb. d. verg. Anat. d. Haustiere: 442.
- 4) 玉手英夫: 未発表
- 5) 化学実験学 (1942): 分析化学 II, 265. 河出書房
- 6) 同 同上 517.
- 7) MASSON, M. J., A. T. PHILLIPSON (1952) J. Physiol. 112: 106.
- 8) 広瀬可恒, 大谷 勲 (1952) 本誌 23, 73: 85.
- 9) Mc. DOUGALL, E. I. (1948) Biochem. J. 43: 99.
- 10) S. R. ELSDEN, A. T. PHILLIPSON (1948) Ann. Rev. Biochem. 17: 711.
- 11) SPERBER, I., S. HYDEN (1952) Nature. 169: 587.
- 12) D. PARTHASARATHY, A. T. PHILLIPSON (1953) J. Physiol. 121: 452.
- 13) 津田恒之 本学会 1955 年度春季大会講演

Résumé

In order to estimate the effect of microorganisms in the rumen on the nutrition of the ruminant quantitatively, it is necessary to determine the volume of liquid in the fore-stomach where numerous

microorganisms live in an active state.

Several experiments were conducted for this purpose, in which sodium chloride, powder or solution, was put into the rumen of goats through a perma-

nent fistula and the concentration of Cl in the rumen liquor is determined at definite time intervals.

The results obtained are as follows.

1. When the feeding conditions are fixed on the whole, the concentration of Cl in the liquid part of the rumen content may be assumed practically to be constant.

2. The concentration of Cl in the rumen liquid attains to and remains at an almost constant level 2 or 3 hours after the administration of sodium

chloride, which may be powder or solution.

3. From the difference in Cl concentration between the rumen liquids collected before and 2 hours after the administration of sodium chloride, respectively, liquid part of the reticulo-rumen contents of the goats was calculated as follows.

Animal No.	Body weight kg.	Volume of reticulo-rumen l.
1	37	12.0±1.4
2	19	8.9±0.4
3	30	(1) 10.8±0.9 (2) 11.1±0.8