

反芻動物の消化管に対するポリエチレン製 カニューレの装着法

谷口 幸三・小櫃 剛人

広島大学生物生産学部, 東広島市 724

1994年4月18日 受付

要 旨 山羊・めん羊・去勢牛の第一胃・第四胃・十二指腸および回腸への消化管カニューレ装着法を検討した。作製したカニューレはポリエチレン製で、筒・外鏢・中鏢および内鏢から構成されている。内鏢は円盤形か楕形のものであり、前者は第一胃・第四胃カニューレあるいは腸管のリエントラントカニューレに用いた。後者は腸管のシングルあるいはリエントラントカニューレとして使用した。中鏢を消化管と腹腔壁の間に留置することによりカニューレを固定した。さらにカニューレの筒周囲の消化管外壁に伸縮性のネットを縫い付けた。これらの手法によって、従来みられたカニューレ周囲からの消化管内容物の漏れやカニューレの脱落は術後1年以上経過しても観察されなかった。去勢牛に第一胃・十二指腸・回腸カニューレを同時に装着しても乾草の自由摂取量は10日以内に手術前の90%まで回復した。

キーワード: カニューレ, 手術, 消化管, 反芻動物

緒 言

反芻家畜における飼料の利用性や消化管内での栄養素の代謝に関する研究を進める上で消化管カニューレを装着しなければならないことが多い。特に反芻胃内代謝に関する研究では不可欠である。そのため1930年代から第一胃カニューレについてはさまざまな工夫がなされ、また1950年以降には、腸管カニューレの装着手術も実施されるようになった (DOUGHERTY, 1981)。最近では、十二指腸に移行する微生物態蛋白質量を測定するために十二指腸カニューレの装着が頻繁に行なわれている。しかし第一胃カニューレ装着を含めてこれまでの多くの消化管カニューレ装着法では、消化管内容物の漏洩やカニューレの脱落が起きやすく、長期間の試験に供用することが困難であった。そのため最近でも消化管カニューレの改良や手術方法の改善法が検討されている (HORIGANE *et al.*, 1992; STREETER *et al.*, 1991)。筆者らは反芻動物の第一胃・第四胃・十二指腸上部あるいは回腸末端への消化管カニューレを装着し、それら動物を小腸移行微生物蛋白質量の測定 (花田ら, 1993) あるいは小腸内での栄養素の消化性に関する研究 (TANIGUCHI *et al.*, 1991) などに供試し、長期間ほぼ満足のいく結果を得ているのでその手法を報告する。なお比較的短期間ではあるが、子牛の第一胃と第四胃への栄養素の注入飼育試験のためのカニューレ装着法 (小櫃ら, 1993) や十二指腸リエントラントカニューレ装着法 (OBITSU *et al.*, 1986) については既に部分的に報告した。

材 料 と 方 法

手術を施した家畜はおもに山羊 (体重 30~60 kg)・成めん羊 (40~70 kg)・育成去勢牛 (250~300 kg) である。第一胃カニューレはこれらの全畜種に装着され、第四胃カニューレはめん羊・山羊に、十二指腸と回腸へのシングルカニューレ装着はめん羊・山羊・去勢牛に、十二指腸リエントラントカニューレはめん羊に、回腸リエントラントカニューレはめん羊・山羊に対して実施された。失敗例を含めて、各種カニューレ装着手術を施した頭数は延べ80頭以上である。

カニューレ

用いたカニューレの材質はポリエチレン製であり、形状は Fig. 1 に示した通りである。Fig. 1 のAは第一胃・第四胃のシングルカニューレならびに腸管のリエントラントカニューレ用の基本形である。Bは腸管

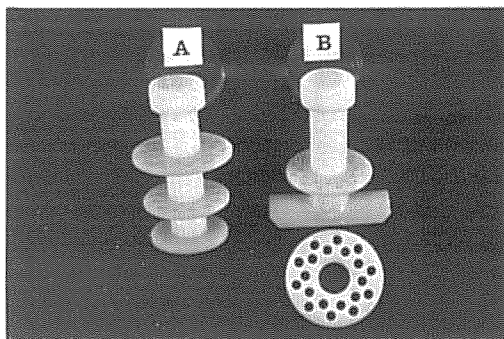


Fig. 1. Polyethylene cannula installed in the gastrointestinal tract.

A type has disc shape of inner flange which was used as a ruminal or abomasal single cannula, or an intestinal reentrant cannula. B type has gutter shape of inner flange which was used as a single cannula or reentrant cannula for the intestine.

のシングルカニューレに用いたが、リエントラントカニューレにも適用可能である。A型・B型ともに動物種とその体重によってサイズを変更した。Table 1 にそれらサイズを示したが、同じ動物種で2種類あるいは最大値と最小値のサイズの記載のあるものは、体重の最小値と最大値に対応する。これらカニューレの特徴は消化管内に留置する内鏝と消化管壁外で固定する中鏝および体表で固定する外鏝を有することであり、HECKER (1974) の引用したものと類似している。但し外鏝と中鏝には ALIYEV (1982) の報告を参考に 3~5 mm の小孔を12~20ヶあけた。筒部は消化管壁に接する部分を除いてネジ切りを施した(ネジピッチ 1.0~2.0 mm)。カニューレの作製は図面を基に理化学用合成樹脂製品の製造販売会社(株)サンプラテック、大阪市)に依頼した。

カニューレ筒内部には中栓を留置した。中栓は発泡スチロールを筒内径と同じサイズで円柱状にくりぬき、両面をゴム板(3 mm 厚)2枚で挟み、それ

らの中心部に針金を通してサンドイッチ状に固定した。

手術前管理と麻酔

手術予定日の一週間前までに破傷風の予防接種を行った。術前の24~36時間は絶食させるとともに12~24時間絶水した。また6~12時間前に抗生物質(ベンジルペニシリンプロカイン, 15万単位/kg 体重)を投与した。手術前日あるいは当日には体重を計測後、手術部位を広範囲に電気バリカンで剪毛(0.5 mm)すると共に頸静脈部位についても剪毛した。

Table 1. Size of polyethylene cannula used for each segment of the gastrointestinal tract of ruminants (mm).

Parts	Goats and sheep (30-70 kg)				Steers (250-300 kg)	
	Rumen ¹	Abomasum ¹	Intestine ³		Rumen ¹	Intestine ³
			Single ²	Reentrant ¹		
Barrel						
Length	60-65 ⁴	55	45-50	50-60	80	90
Inner diameter	20-32	11	9-13	9-11	36	20, 22
Outer diameter	26-38	15	13-17	13-15	44	26, 28
External or medial disc						
Thickness	3, 4	3	3, 4	3	7	5
Outer diameter	60-70	35, 40	35-42	28-42	100	60, 70
Internal flange						
Thickness	4	3	2	3	6	2
Outer diameter ¹ or length ²	60	32	40-50	20-24	100	70

The size of only A type as a reentrant cannula was listed, but the combination of two cannulas of B type were also used for a reentrant.

The figures in parentheses show the body weight of animals when cannulas were fitted.

¹ A type, ² B type of cannula; see Fig. 1.

³ Installed in the proximal duodenum and the terminal ileum.

⁴ The range of cannula size corresponds to the range of the body weight in parentheses.

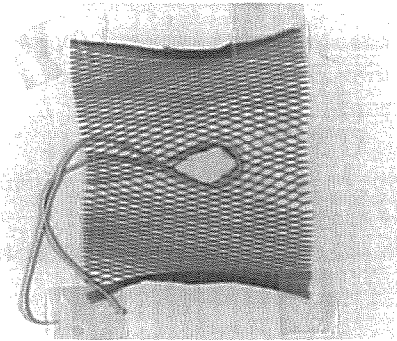


Fig. 2. A piece of nylon elastic net sewn onto the wall of the gastrointestinal tract around the cannula barrel.

手術直前に硫酸アトロピン (0.5~1.5 mg) と鎮静剤 (キシラジン, 0.3 mg/kg 体重) を筋注した。次いで手術台に保定し, 術部を洗浄, 消毒 (逆性石けんと希ヨード液を使用) した。頸静脈にカテーテルを挿入し, このカテーテルを三方活栓付き輸液用チューブに連結してリンゲル液を手術終了時まで点滴注入した。三方活栓を介して全身麻酔薬 (ペントバルビタールナトリウム, 1.5 mg/kg 体重) を投与した。一般に麻酔薬としてのペントバルビタールナトリウムの効果は個体差が大きく, 副作用を伴ったり, また術後の回復が遅れがちである。しかしキシラジンと併用すればその使用量を少なくできた。但し手術が長時間を要し, 術中, 動物が覚醒し始めた場合には適宜ペントバルビタールナトリウム

を 50 mg づつ追加注入した。

第一胃カニューレの装着法

第一胃カニューレ装着に際しての切開部位は左けん部の最後位肋骨尾方 5~10 cm, 腰椎横突起下方 5~8 cm を起点として約 10 cm 下方までとした。腹壁の切開は直切開で行なった。現れた第一胃背もうの上前方部を引き出し, カニューレの内罫が胃内に納まる胃壁分を胃鉗子で固定した。胃壁の血管の少ない部位を切開し, カニューレを挿入した。筒の円周より余分な切開部位はレンベルト氏二重連続縫合を施し, 筒周囲は二重の巾着縫合を行なった。次いで中央に穴を開けたナイロン製伸縮ネットをカニューレ周囲の胃壁に被せ, ネットの内周部を筒に縛り付け, さらにネットを少し伸ばした状態でネットの外周部を胃壁筋層と教箇所固定した後, 中罫を装着した。

手術に用いたネットはミカンの小売販売用袋として使われているものである。予めカニューレの内罫よりも少し大きめに切り取り, 筒円周に合わせて中心部を切りぬぎ, その開孔周囲にナイロン糸を通しておいた (Fig. 2)。第一胃カニューレ用については二重にして, その他の場合は一重にしている。但しネットを煮沸消毒すると伸縮性が失われるので, 消毒液に浸して滅菌した。

カニューレの体表部への引き出しに際しては, 切開部から頭方部の最後位肋骨と腰椎横突起に囲まれた腰旁窩のなるべく背部の表皮をカニューレ筒サイズに合わせて切開し, 筋層と腹膜を鈍性に開いてカニューレの筒を引き出し, 外罫で固定した。次いで腹腔内を38℃に温めた生理食塩水で洗浄後, 洗浄液を吸引・排出させた。なお洗浄液には細菌感染と癒着を防止するために抗生物質とグリセロール (3%) を添加したもの (HUNTINGTON *et al.*, 1989) を用いた。切開創の閉鎖の際は, 腹膜と腹横筋層・腹横筋をそれぞれ連続縫合したが, めん山羊の場合には腹膜が薄いので一緒に縫合した。また内外腹斜筋を一緒に結節縫合し, 切皮も結節縫合した。最後に切皮創に治癒促進のため, アルクロキサ粉末を散布した。

カニューレ装着時の中罫あるいは外罫の締め付けは消化管壁あるいは腹壁を圧しない程度とした。

第四胃カニューレの装着法

第四胃カニューレ装着に際しては, 右けん部を上にし, 最後位肋骨の硬骨と軟骨結合部の約 2 cm 尾方を起点として, 肋軟骨縁端に沿って剣状軟骨に向かって約 8 cm 切開した。但し内腹斜筋と腹横筋はなるべく筋繊維の走行方向に沿って切開した。カニューレの装着部位は胃底部近くの幽門部でなるべく血管の少ない箇所を選んだ。装着方法は第一胃と同様であるが, 胃粘膜が胃壁の外に出ないように特に注意して胃壁を縫合した。カニューレの体表への引き出し位置は元の第四胃位置近くの肋軟骨縁端としたが, 家畜が寝た時にカニューレが床に接しない箇所とした。

十二指腸カニューレの装着法

開腹法は第四胃カニューレと同様である。十二指腸の切開部位は幽門括約筋直後としたが, 装着予定部位の前後に腸鉗子をかけ, 装着が終わるまで消化管内容物の移行を阻止した。十二指腸へのB型のシングルカニューレ (Fig. 1B) の装着はなんら問題がなかった。しかしリエントラントカニューレの場合には手術可

能な十二指腸の長さが著しく限定されるために、B型カニューレを2個装着することが困難な場合が多い。そのため専ら ALIYEV (1982) の手法を基に漿膜を剥離した後、腸管を切断して両切断端にA型をそれぞれ挿入し、巾着縫合により固定した。内鑷には2~3のサイズのものを用意しておき、腸管囲の大きさに適合するものを使用した。そのために筒の腸管側と内鑷にネジを切り、内鑷を交換できるようにした。

シングルカニューレは第11と12肋骨間の肋軟骨縁端近くに両尖直剪刀を穿孔し、リエントラントカニューレにあってはさらに第10, 11肋骨間を穿孔し、体外に引き出した。次いで腹腔内を洗浄後、切開部位を第一胃カニューレ装着時と同様に縫合した。リエントラントカニューレの連結にはフレキシブルチューブを用いたが、筒サイズに合わせて市販の他の用途(灯油用、水槽掃除用、あるいは洗濯機用など)に使われている各種サイズのものを利用した。

回腸カニューレの装着法

開腹部位は右けん部の最後位肋骨尾方約 8 cm, 腰椎横突起下方約 5 cm を起点として垂直に 10~20 cm であるが、回腸カニューレ装着は第四胃あるいは十二指腸カニューレ装着と同時に実施する場合には、最後位肋軟骨縁端に沿って、くの字型に羊では約 20 cm, 去勢牛で約 25 cm まで切開した。回盲結口部から回腸を遡って 20~30 cm の回盲腸間膜端近くを装着部位とした。盲腸の腹腔内の位置は通常切開部の直下あるいは尾方で大網膜に覆われているが、個体や第一胃の充満度によっては胸廓内や第一胃の後上部に位置することもあった。

装着予定部位の前後に腸鉗子かけるとともに、腸管切開に伴う出血を抑制するために胃鉗子で腸間膜側を鉗定した。その他の術式は第一胃・十二指腸カニューレと同様である。リエントラントカニューレにはA型・B型共に装着可能であった。リエントラントカニューレ装着に際しては、予め腸間膜の回腸幹静・動脈から装着部位に分枝した血管を絹糸で結紮した後、腸ならびに数 cm の腸間膜を切断した(MARKOWITZ *et al.*, 1964)。なおB型を用いる場合には回腸の両切断端を絹糸で巾着縫合し、反腸間膜側を切開し、カニューレを挿入した。

開腹直後あるいは術中に第一胃内にガスが充満して手術が困難な場合、長いチューブを取り付けた 14 G の注射針を第一胃内に穿刺し、ガスを排除した。

回腸カニューレの場合、ネットを取り付けた後、MARKOWITZ *et al.* (1964) に準じて大網膜にカニューレ筒を通すための小さな穴を開けて装着部位を覆ってから中鑷を装着した。シングルカニューレの体表部位は大腿部の動きに抵触しないために腰旁窩とした。リエントラントカニューレの場合、小腸側は最後肋軟骨縁端近く、大腸側のカニューレは第12と13肋骨間とした。

同一個体に一回の手術で第一胃ならびに第四胃あるいは腸管カニューレの装着も実施した。その場合、動物をスノコ台に保定し、さらにスノコ台を手術台上に固定して実施した。先ず第一胃カニューレを装着し、体表に出ている第一胃カニューレ部がスノコの隙間内に納まるように動物を反転させ、他のカニューレ装着手術を施した。

以上の手術においては、感染症防止のための一般的注意事項、すなわち器具の消毒や手術用の手袋、覆い布の使用などを最大限履行した。消化管の切開時には通常メスでも構わないが、出血を抑えるために電気メスを使用した。消化管の縫合には丸針付きクロミックカットグット(USP規格: No. 2-0~2)を用いた。

術後の管理

手術終了後は乳酸リンゲル液(500 ml)・キシリトール液(5%溶液, 500 ml)およびアミノ酸混合液(20~50 ml)を頸静脈カテーテルを通して輸液すると共に、夏期以外は室内を暖房した。麻酔から覚醒後、水と鉱塩ブロックを自由摂取させ、また手術前と同じ飼料を少量与えた。飼料給与量は経日的に増したが、多回給与した。第一胃カニューレ単独装着の場合には、手術当日から飼料を摂取できるが、腸管カニューレ装着、特にリエントラントカニューレ装着の場合には採食開始まで術後、数日間を要することもあった。そのため維持に必要な飼料摂取レベルに回復するまで、毎日体温とヘマトクリット値を測定し、乳酸リンゲル液・グルコース・アミノ酸・ビタミン液などの輸液を行なった。また必要に応じて、解熱鎮痛消炎剤(ザルソカイン・キモトリプシン)を投与すると共に術後5日間は抗生物質を投与した。切開部は希ヨード液で2週間毎日消毒した。抜糸は術後7~10日目に行なった。

結果と考察

今回の手術法によって4頭の去勢牛に第一胃カニューレを装着し、さらにその2週間後に十二指腸上部と回腸末端部へシングルカニューレの装着手術を行なった場合、飼料摂取量が手術前の自由摂取レベルまで回復するのに、あとの手術から約4週間かかった。これとは別に他の4頭の去勢牛(平均体重約300kg)に一回の手術で第一胃と十二指腸上部および回腸末端部にシングルカニューレを装着した時の手術前後における乾草の自由摂取の変動をFig. 3に示した。なおこの時の正味手術時間は3時間を要した。

手術前の乾草の自由摂取量は平均2.7kg(1.9~3.3kg)であった。濃厚飼料給与量は一日当たり3.5kgに制限したが、濃厚飼料は手術前には全量摂取し、また術後4日目には残食がみられなくなった。乾草の摂取量は術後、7~10日以内に手術前の約90%まで回復した。従ってこうした手術は一度に行なう方が動物に対する負荷が軽減されると推察される。しかし手術前に比べて個体ごとの日間変動が大きく、4頭全ての乾草摂取量が高いレベルで安定し、試験に供用できるまでに約4週間を必要とした。他の多くの手術例でも同様であった。

今回の手術法の特徴はカニューレに中鏢を設け、さらにネットを併用した点にある。本報告で用いたカニューレとは別に、中鏢やネットを装着しないでASH(1962)が報告したりエントラントカニューレを山羊の回腸に適用した時、数週間内に消化管内容物の漏洩やカニューレの脱落があった。第四胃カニューレ(UKAI *et al.*, 1973)でも2カ月程で脱落した。第一胃・第四胃カニューレ装着時にネットを用いる効果についてはすでにDRIEDGER *et al.* (1970)によって報告されている。さらにIVAN and JOHNSON (1981)は十二指腸カニューレ装着時に腸管周囲をネットで包む手法を提案している。これは消化管の漿膜組織が編目を通してネットを包み、消化管に接するカニューレ筒周囲と消化管との隙間を小さくすると共に腹壁に癒着するためである。

一方、カニューレに中鏢を加えるとカニューレの固定効果が増すことが第一胃(MCKENZIE and KAY, 1968)や第四胃(KOMAREK, 1981a)あるいは腸管(ALIYEV, 1982; KOMAREK, 1981b)について報告されている。ALIYEV (1982)は十二指腸・回腸カニューレの中鏢に小孔を設けておくことによってその孔内に肉芽組織が侵入し、さらに腹壁と癒着すると述べている。われわれの剖検結果ではそうした肉芽組織は第四胃

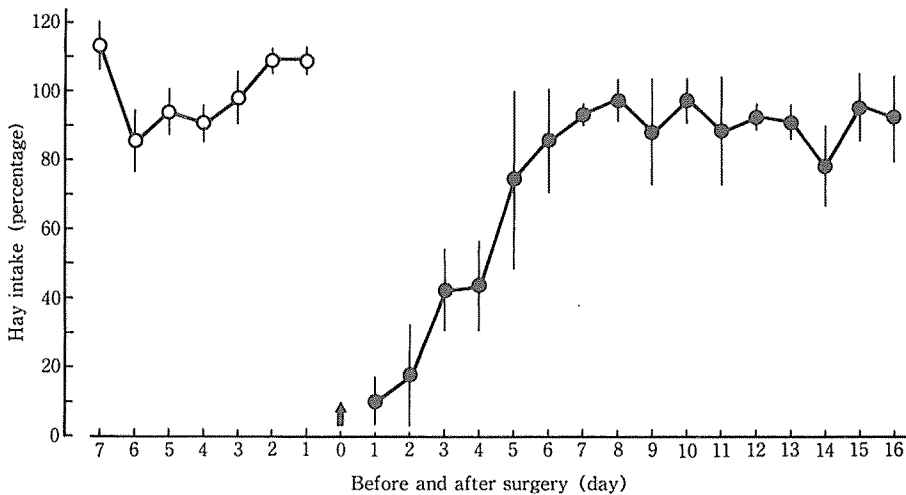


Fig. 3. Changes of *ad libitum* hay intake of steers before and after surgery on fitting with ruminal, duodenal and ileal cannulas.

Each plot shows the percentage to mean daily intake before surgery. Vertical bar shows standard error (n=4).

↑: surgery day.

と十二指腸カニューレでのみみられ、中鏢全体が膜組織で包まれているのが観察された。第一胃と回腸カニューレでは中鏢の孔内に肉芽組織が侵入しないが、ネットと併用すると内鏢と中鏢の間で消化管組織がくびれて中鏢を包み、さらに腹壁と癒着していた。

筆者らの経験ではカニューレ装着動物をケージ内で飼育するだけならば、ネットか中鏢のどちらか一方だけでも十分効果があることを認めている。しかしペン内での飼育のように動物がかなり自由に動けるような場合あるいは一つのペン内に複数頭飼育する場合には、第一胃や第四胃カニューレの脱落が散見された。また十二指腸リエントラントカニューレ装着でも、中鏢だけを用いるとカニューレが外れる例もあった。両者を併用した場合そうした例を観察していないが、起き得るとしてもごくわずかの確率と考えられる。めん羊に十二指腸リエントラントカニューレを装着し、ペン内で飼育しても術後4年間生存した例もあった。なおめん羊の場合にはフィステラ周囲の毛を定期的に刈ることが必要である。体重 270 kg の去勢牛に第一胃・十二指腸・回腸シングルカニューレを装着した場合、術後1年以上で体重が 550 kg を超えても内容物の漏れがなく、群飼育も可能であった。但し成長に伴う腹圧で腸管カニューレの外鏢が変形するため、外鏢を2個装着したり、鏢を緩める必要があった。

本手法による第四胃カニューレのめん羊・山羊への装着では消化管内容物の漏れやカニューレの脱落を術後1年以上を経ても経験していない。今回の報告に含めなかったが、子牛（体重 40~60 kg）への第四胃カニューレの適用については、体重が約 150 kg になると成長によってカニューレの外鏢が外腹部に埋没した。しかしカニューレ筒長を長くすると床あるいは足に接触しやすくなるために、カニューレが維持できない可能性も否定できない。中鏢を有しない十二指腸ポリエチレン製カニューレについては牛への適用例が報告されており（小林ら，1987），他の材質のものに比べて比較的軽く、また加工が容易な点特徴である。Table 1 に示した去勢牛の第一胃用カニューレの重量はキャップ付きで 90 g であった。アクリル製カニューレ（UKAI *et al.*, 1973）は荷重負荷に弱く、筒や鏢の厚さによっては割れることもあり、また硬質塩化ビニル製と同様に硬すぎて、加工しにくいのが難点であった。テフロン製（KOMAREK, 1981b; OBITSU *et al.*, 1986）はポリエチレン製に比べて高価である。シリコン製のカニューレは柔軟性があり、消化管組織の拒絶反応が少ないためアメリカ国内で販売されている。しかし市販のものは重く、皮膚組織に対する重量負荷がかかり過ぎるため、第一胃カニューレとして皮膚組織の弱いめん羊に用いる場合に問題があるかもしれない。この点の改善策が報告されている（HORIGANE *et al.*, 1989; 山崎, 1992）が、形状・サイズに応じて鏢型を作成する必要がある。

今回のポリエチレン製カニューレを牛に用いた時、カニューレ周囲から消化管内容物ではないが、白血球様の浸出物がわずかずつ長期間排出された。これは各種の消毒剤や抗生物質を用いても抑制できなかった。KOMAREK (1981b) もテフロン製の腸管カニューレを牛に装着した際に同様の現象があったと述べている。しかしめん羊と山羊では浸出物がみられず、こうした動物種による違いは不明である。なお外鏢に小孔をあけることによって浸出物の排出が容易となった。

シングルカニューレに比べてリエントラントカニューレでは消化管内容物の採取誤差が少ないという長所がある反面、手術に時間を要し、また維持管理が難しいという問題がある。今回のリエントラントカニューレ装着を行なった動物で採食性が低下した場合、ほとんどの原因はカニューレ間を連結するチューブ内で消化管内容物が詰まることによるものであった。特にヘイキューブの単独給与時に多くみられたが、チューブ内を掃除することによって直ちに解決された。このようなリエントラントカニューレ装着に伴う問題は KOMAREK (1981b) の提案したような2つの筒をT型に接合したカニューレによって、あるいはそれをさらに改良したY型カニューレ（ROBINSON *et al.*, 1985）によって改善されるかもしれない。

6カ月齢の雄牛の十二指腸に今回のA型のようなリエントラントカニューレを装着してもその後の10カ月間、無手術のものに比べて日増体が低下しなかったとの報告（ALIYEV, 1982）がなされている。MACRAE and WILSON (1977) は、腸管にシングルカニューレあるいはASHタイプのリエントラントカニューレを装着した羊は無装着羊に比べても、飼料摂取量・消化管内容物の通過速度・飼料消化率に差がないことを報告している。しかし家畜の成長に伴い消化管内腔も大きくなるので、成長初期に KOMAREK タイプのカニューレを装着すると消化管内のカニューレ筒部が内容物通過の隘路となる可能性がある。成長に伴う長期間の消化管内容物の通過性に対する腸管カニューレの影響はほとんど検討されていない。一方、比較的短期間の試

験ではあるが、消化管内容物の移行量測定に伴う誤差はカニューレ自体よりもむしろ用いる指標物質の種類やその投与法に影響されることが指摘されている (ROBINSON and KENNELLY, 1990)。従って腸管カニューレ装着動物の供用目的や期間にもよるが、長期間供用する場合には今回示したようなシングルカニューレの方が望ましいかもしれない。

引用文献

- ALIYEV, A. A., 1982, New methods for re-entrant cannulation of the duodenum and ileocaecum. *Res. Vet. Sci.* 32 : 265-269.
- ASH, R. W., 1962, Gastro-intestinal re-entrant cannulae for studies of digestion in sheep. *Anim. Prod.*, 4 : 309-312.
- DOUGHERTY, R. W., 1981, Experimental surgery in farm animals. 24-48. Iowa State University Press, Ames.
- DRIEDGER, A., CONDON, R. J., NIMRICK, K. O. and HATFIELD, E. E., 1970, A modified technique for abomasal and rumen cannulation. *J. Anim. Sci.*, 31 : 772-775.
- 花田正明・小櫃剛人・谷口幸三, 1993, デンプン源および蛋白質源の違いが去勢牛による窒素の消化管部位別消化と窒素出納に及ぼす影響. 日畜会報, 64 : 275-287.
- HECKER, J. F., 1974, Experimental Surgery on Small Ruminants. 126. Butterworths, London.
- HORIGANE, A., ARAKI, T., HORIGANE, A. K., HASHIMOTO, K., SHINDA, M., SASAKI, I. and HORIGUCHI, M., 1992, Technical note: Development of a duodenal cannula for sheep. *J. Anim. Sci.*, 70 : 1216-1219.
- HORIGANE, A., GOCHOU, S., KISHI, F., OHTOMO, Y. and HORIGUCHI, M., 1989, Silicone rumen cannula with a soft cylindrical part and a hard flange. *J. Dairy Sci.*, 72 : 3230-3232.
- HUNTINGTON, G. B., REYNOLDS, C. K. and STROUD, B. H., 1989, Techniques for measuring blood flow in splanchnic tissues of cattle. *J. Dairy Sci.*, 72 : 1583-1595.
- IVAN, M. and JOHNSTON, D. W., 1981, Reentrant cannulation of the small intestine in sheep: cannula and surgical method. *J. Anim. Sci.*, 52 : 849-856.
- 小林 剛・板橋久雄・大森昭一郎, 1987, 牛への簡易なT字型十二指腸カニューレの装着. 畜試研報, 46 : 73-77.
- KOMAREK, R. J., 1981a, Rumen and abomasal cannulation of sheep with specially designed cannulas and a cannula insertion instrument. *J. Anim. Sci.*, 53 : 790-795.
- KOMAREK, R. J., 1981b, Intestinal cannulation of cattle and sheep with a T-shaped cannula designed for total digesta collection without externalizing digesta flow. *J. Anim. Sci.*, 53 : 796-802.
- MACRAE, J. C. and WILSON, S., 1977, The effects of various forms of gastrointestinal cannulation on digestive measurements in sheep. *Br. J. Nutr.*, 38 : 65-71.
- MARKOWITZ, J., ARCHIBALD, J. and DOWNIE, H. G., 1964, Experimental surgery including surgical physiology. 5th ed. 143-163. Williams and Wilkins Company, Baltimore.
- MCKENZIE, J. D. and KAY, R. N. B., 1968, Rumen cannulas made from vulcathene. *J. Sci. Technol.*, 14 : 15-16.
- OBITSU, T., MOROOKA, T., SEKINE, J., OKUBO, M. and ASAHIDA, Y., 1986, A note on fitting re-entrant cannulae on the duodenum of growing young calves for determining of site and extent of utilization of nitrogen. *J. Fac. Agr. Hokkaido Univ.*, 62 : 384-388.
- 小櫃剛人・谷口幸三・山谷洋二, 1993, 幼齢子牛に対する精製栄養素の消化管内注入飼育法. 日畜会報, 64 : 732-740.
- ROBINSON, P. H., SMITH, D. F. and SNIFFEN, C. J., 1985, Development of a one-piece reentrant cannula for the proximal duodenum of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 68 : 986-995.
- ROBINSON, P. H. and KENNELLY, J. J., 1990, Evaluation of a duodenal cannula for dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 73 : 3146-3157.

- STREETER, M. N., BARRON, S. J., WAGNER, D. G., HIBBERD, C. A., OWENS, F. N. and MCCOLLUM, F. T., 1991, Technical note: A double L intestinal cannula for cattle. *J.Anim.Sci.*, 69 : 2601-2607.
- TANIGUCHI, K., MIYAKE, S., OBITSU, T. and YAMATANI, Y., 1991, Intestinal starch digestion in sheep fed different rations with abomasal starch infusion. *Anim.Sci.Technol. (Jpn.)*, 62 : 253-262.
- UKAI, A., FUJIWARA, T., SHIBATA, F. and TASAKI, I., 1973, Abomasal fistula technique for goats. *Jap.J.Zootech.Sci.*, 44 : 625-627.
- 山崎 淳, 1992, ヒツジ用シリコンゴム製第一胃カニューレの作成と装着方法の検討. 日緬研会誌, 29 : 30-34.

Techniques for Gastrointestinal Cannulation of Ruminants with Improved Polyethylene Cannulas

Kohzo TANIGUCHI and Taketo OBITSU

*Faculty of Applied Biological Science, Hiroshima University,
Higashi-hiroshima 724, Japan*

Cannulation techniques for the rumen, abomasum, duodenum and ileum of goats, sheep and steers were developed. The cannulas were made from polyethylene, basically consisting of barrel, outer and medial flange disk, and inner flange. The shape of inner flange was disk or gutter type. Disk type of inner flange was used for ruminal and abomasal cannulas, and intestinal reentrant cannulas. Gutter type was for single or reentrant cannulas of the intestine. The medial disk was installed between the digestive tract and the inner abdominal wall, ensuring the tight fit of the cannula in the abdominal wall. Additionally, a piece of elastic net sewn onto the digestive wall around the cannula barrel eliminated the leakage of digesta completely. These techniques and the device facilitated that the cannulas were not protruded from the side of animals. *Ad libitum* hay intake by steers recovered to 90 percentage of before surgery within 10 days, even when ruminal, duodenal and ileal cannulas were simultaneously installed by these methods.

Key words : cannula, surgery, digestive tract, ruminants