

反芻胃의 消化作用

Digestion in the ruminant stomach

(第一回)

서울大學校獸醫科大學 生理學教室

李 榮 韶

臨床家諸位에 多少라도 도움되기를 바라는 마음으로 Duker's教授著인 The Physiology of Domestic Animals 가운데서 本題目を 撰하여 敢히 옮기는 바이며 未備한點은 下諒하여주시 敬望하는 바이다.

草食動物에서는 消化管이 그 經路에 넓직하게 擴張한 部分이 있기때문에 多量이고, 거칠 飼料가 滯溜하여 水分을 얻고 醱酵作用이 일어날수 있도록 되어 있다. 草食動物에서는 盲腸 cecum과 結腸 colon 에서 그런 作用을 하는것이고, 反芻動物 ruminants 에서는 複胃에서 그作用을 한다. 特히 瘤胃 rumen라고 하는 房에서 主로 그作用이 일어나고 盲腸과 結腸에서도 若干의 그作用이 일어난다. 여러 實驗으로 食品中에 있는 纖維素 cellulose와 其他의 딱딱한 成分은 反芻胃를 가지지않은 草食動物에서 보담 反芻胃를 가지는 動物에서 消化가 더욱 잘 된다는 事實이 밝혀졌다. 뿐만 아니고 反芻動物에서는 그 消化管 alimentary canal에서의 合成作用 synthesis 이 잘 發達되었다. 이런 利點은 主로 커다란 瘤胃를 所有하기 때문이다.

譯者註：反芻物動은 그 消化管 主로 瘤胃안에서 Vitamin B 類를 合成한다.

反芻胃의 解剖

The anatomy of the ruminant stomach

反芻胃는 그 規模가 크다는 것과 數個의 뚜렷히 다른 部分으로 되어 있는것이 解剖學的인 特徵으로 되어 있고 單胃가 進化的으로 變形된 것이다. 그 부피는 動物의 크기와 年令에 따라 大端히 다르다. Sisson氏(1914)에 依하면 中等대의 소에서 胃의 容量은 30-40개론 (1 gallon은 2.5升強)이고 큰 體軀의 소에서는 40-60개론, 작은 소에서는 25-35개론 이라 한다. 反芻胃는 瘤胃 rumen, 蜂巢胃 reticulum, 重瓣胃 omasum, 皺胃 abomasum 이라고 하는 4部分으로 되어 있다. 어떤 사람들은 그 各部分을 따로따로의 胃로 看做하고 그에 番號를 부쳐 부른다. 卽 瘤胃를 第1胃 the first stomach, 蜂巢胃를 第2胃 the second stomach,

重瓣胃를 第3胃 the third stomach, 皺胃를 第4胃 the fourth stomach 라고 부른다. 그러나 反芻動物이 여러個의 胃를 가진다고 看做하는 것은 잘못된 것이다. 第1胃, 第2胃, 第3胃는 그 粘膜 mucous membrane 에 胃液의 分泌腺이 없고 上皮細胞 epithelium가 直鱗狀型 stratified squamous type 이기 때문에 흔히 食道擴張部 esophageal dilatation 이라고 看做되고 있다. Lewis 氏等의 發生學의 研究에 依하면 그 見解는 잘못 이라고 한다. 卽 이들 部分은 胎兒胃 embryonic stomach로 부터 發達한 것이지 食道로 부터 發達된 것은 아니다. 第1, 第2, 第3胃는 거치고 부피가 많은 攝取物 때문에 그 規模와 形態에 廣範한 系統發生學의 變形이 일어난 結果, 胃液分泌腺을 喪失한 것으로 生覺 된다. (Bensley氏) 胃의 4部分의 크기는 動物의 年令에 따라 다르다. 新生犢에서는 第1, 第2, 第3胃의 3部分이 작다. 그것들은 動物의 成長에따라 食料를 母乳부터 穀類및 糠類飼料로 옮김에 따라 發達하게 된다. Sisson (1914)에 依하면 新生犢에서 第1 및 第2胃를 合한것이 第4胃의 約 $\frac{1}{2}$ 크기에 지나지 않다. 10-12週를 經過하면 第1胃및 第2胃를 合한것이 第4胃의 2倍의 크기로 된다. 그동안에 第3胃는 收縮한 狀態에 있고 아무런 作用을 하지않고 있다. 4個月의 나이에서 第1胃와 第2胃를 合한 것이 第3胃와 第4胃를 合한 것의 約 4倍의 크기로 된다. 約1年 6個月의 나이에서는 그4部分이 永久的인 相關의 크기로 된다. 卽 第1胃가 胃全體의 80%, 第2胃가 5%, 第3胃가 7-8%, 第4胃가 8-7%의 容積을 차지 하게 된다.

第1胃는 胃背部 dorsal sac와 胃腹部 ventral sac 로 되어 있고 그것들은 筋隆起(筋溝)muscular pillars 로 에워싸인 커다란 通路로서 相互 連絡이 되고 있다. 前溝 anterior pillar와 後溝 posterior pillar가 特히 잘 發達 되었고 強力한 것이다. 또 背縱冠狀溝 longitudinal dorsal coronary pillar와, 腹縱冠狀溝 longitudinal ventral coronary pillar가 各 한쌍 있다.

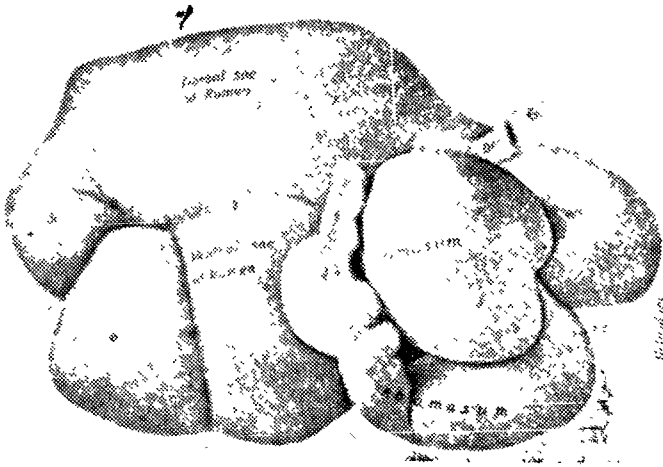


그림 1 : 소의 위 (右側을 그린것) From Sisson, anatomy: copyright—W.B.Saunders company

第1胃와 第2胃는 第1-2 胃間瓣 ruminoreticular fold에 의하여 서로 通한다. 噴門部 Cardia로부터 第2-3胃間孔 reticulo-omasal orifice에 이르기 까지는 獨特한 食道溝 esophageal groove (第2胃溝 reticular groove 라고도함) 라는것이 있다. 牡牛에서 그 기리가 7-8인치 이다. 第1胃의 粘膜에는 腺이 없고 小突起 (혹) papillae 가 全面的 大部分을 덮고 特別히 胃腹部的 粘膜面에서 잘 發達되고 있다.

第2胃는 橫隔膜 diaphragm과 肝 liver과 이 사이에 있다. 작은 프라스크形 인것이다. 第1胃와는 第1-2胃瓣으로, 第3胃와는 比較的 작은 第2-3孔間 reticulo-omasal orifice으로 連絡되고 있다. 그基部는 兩측 連絡部の 出入口보다 낮게 位置하고 있다. 粘膜에 腺이 없고 벌집 (蜂巢)과 같은 주름으로 되어 있다.

第3胃는 球型이고 第2胃와는 第2-3胃間孔에 의하여 連絡되고 第4胃와는 커다란 第3-4胃間孔에 의하여 通하고 있다. 第3胃의 양측 連絡口の 入口로부터 出口로 베리 빠져 第3胃溝 sulcus omasi가 있다. 牡牛에서 Sisson (1923a)의 研究에 依하면, 第3胃溝는 以前에 믿어졌은바에 比하여 훨씬 垂直에 가까운 方向을 차지하고 있다. 第3胃의 內面은 胃溝 sulcus를 除外한 全面이 數많은 주름 laminae, folds 으로 덮여 있다.

주름은 기리에 따라 約5個類로 나누어 볼수 있다. 가장 기리가 긴 주름은 第3胃의 直徑과 거의 같고, 가장 작은 것은 자그마한 隆起에 지나지 않다. 其他는 그 두가지의 中間에 屬한다. 주름의 잎 leaves 은 그

構造에 筋肉組織이 들어 있고 角化上皮細胞 cornified epithelium로 덮여진 數많은 小突起 papillae 가 密生하고 있다. 어떤 反芻動物(Tragulidae 및 Moschidae)에는 第3胃가 없다.

第4胃는 反芻胃에서 消化腺이 있는 部分이다. 第3胃와 서로 連絡이 되고, 12指腸 duodenum 과는 幽門 pylorus을 거쳐 通하고 있다. 胃底 fundic 와 幽門과의 사이가 잘록 하기 때문에 區別 할 수 있다. 또 各 各 胃底腺과 幽門腺이 있다.

胃底部의 粘膜은 約 12個의 螺旋形의 주름으로 되어 있다. 幽門部의 粘膜은 反芻動物의 幽門部의 모습과같다. 山羊의 第3-4胃 接合部 omaso-abomasal junction에 起始하는 粘液腺을 Hill 가 噴門腺 Cardiac gland 으로 看做하고 그腺이 있는 部分을 噴門部라고 하였다.

器械的要素

mechanical factors

反芻胃의 生理學的部門에 많은 問題가 있는 가운데 特別히 그 器械的인 要素에 對하여 左臍部 flank 에다가 第1胃瘻管 rumen fistula을 裝置하여 研究할 수 있고 여러 研究者가 이것을 利用하고 있다. 小反芻動物에서는 x 腺이 效果的으로 利用되고 있다. (Czepa 및 Stigler, Magee 1932); Hillipson, 1939;

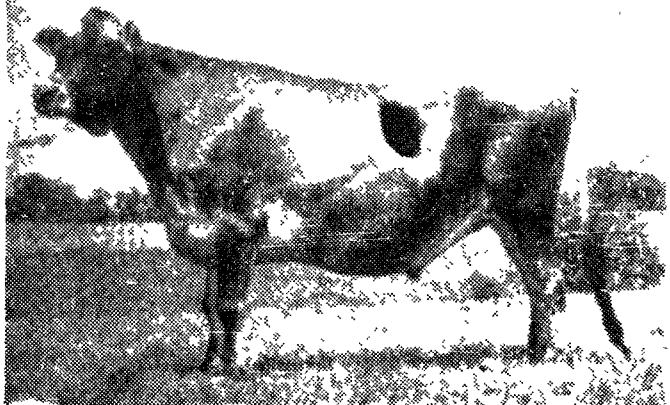


그림 2 : Jersey 種去勢牡牛에 크게 第1胃瘻管 rumen fistula을 만든모양이다. 이動物은 1942年 5月生이고 瘻管은 1943年 3월에 만들어진것이다. 其後 脚部の 負傷으로 1954年 6月 安樂死시킨것이다. 이 瘻管을 使用하지 않을때는 프러그(plug)로서 密閉하여 둔다. 이 動物을 쓴 研究에 關하여 Nangeroni 가 報告한 바 있다.

Watson과 Jarrett 綿羊에서는 腹腔開放食鹽水浴法 open-abdomen, saline methode 이 1937年 Duk es 및 Sampson氏에 依해 成功的으로 應用되었다. 正常動物에서 第1胃의 運動을 描記하는 方法을 Doug-herty 및 Clumk가 發表한 바 있다.

第一胃와 第二胃 rumen and reticulum

成長한 反芻動物에서 正常方法으로 嚥下된 物質은 第1胃의 前胃背部 anterior dorsal Sac로 들어간다고 大部分의 研究者들이 認定하고 있다. 무거운 攝取物의 1部는 얼른 第2胃로 들어가고, 가벼운것은 大部分의 무거운것과 함께 第1胃로 가서 漸次로 第1胃를 充滿하게 되나 그 꼭대기까지 차지는 않다. 普通 第1胃의 攝取物의 上部에는 氣體가 모여 있다. 牛牛에있었어 嚥下한 食塊와 第1胃內容物의 物理學的 性質을 Schalk 및 Amadon氏가 痲疹法에 依하여 研究하였다. 食塊의 型態, 重量, 成分은 攝取한 飼料의 種類에 따라. 大端히 다르다. 糠類는 단단하고 타원形인 食塊를 만들고 乾草를 먹은 경우의 食塊는 水分含量이 적기때문에 물에 浮游한다. 乾草로된 食塊가 第1胃에서 暫間동안을 經過하면 그 姿態가 바뀌어지고 그것을 構成하고있는 物質이 水分가운데 浸漬이 繼續됨에 따라 더욱 무거워지고 부드러워진다. 그 가장 濃縮한 食塊는 糠類의 食塊에 比하여 무겁다. 燕麥만을 먹었을 때의 食塊의 平均무게는 140g, 粉末飼料의 食塊는 101g, 옥수수 的 食塊는 81g, 乾草의 食塊는 85g, 이며 그 4種類食塊의 平均重量은 101g 이다.

飽食한 소의 第1胃안인 遊離液體가 거의 없다. 그러나 斷食한 動物에 선 遊離液體가 많이 있다.(Nevens氏) 液體는 主로 胃腹部에 있고 胃背部의 濕한 內容物이 그 液體에 浮游하고 있다. Ross氏는 斷食하지 않은 綿羊에서 第1胃의 內容物이 언제나 固體에 가까운 것 이거나 半固體인 成分이며, 綿羊을 24時間 斷食시키면 그 第1胃의 內容物이 半流動體 이거나 流動體인 性質이고 또 40~48時間 斷食한 動物에서는 第1胃內容物이 물과같은 것이라고 報告하였다. 正常의인 作用을 할때 第1胃는 多量의 水分을 必要로 한다. 反芻動物이 多量의 唾液를 分泌하는 까닭의 1部가 여기에 있고 또 反芻動物은 任意대로 充分히 水分을 攝取하여야 할을 알수 있다.

第2胃를 第1胃前部의 連續이라고 看做 할수 있고 그것은 第1-2胃瓣 ruminoreticular fold 로서 第1胃와 自由로 通하고 있다. 第2胃의 內容은 液體와 浮游固

體로 된다. 그以上の 固體가 第1胃로부터 第2胃로 드러움을 抑制하고 또 第2胃를 가득차지 않도록 하는 作用이 第1-2胃瓣 ruminoreticular fold에 依해 일어난다. 그것은 第1 및 第2胃 사이에서 마치 댐(dam)과 같은 일을 한다.

1日中 相當히 規則的間隔으로 第1胃와 第2胃의 內容物이 1部씩 임으로, 再咀嚼과 唾液의 再混合을 받기 爲해 돌아간다. 第1胃의 內容物은 第1胃와 第2胃의 強力한 運動에 依하여 混合, 反축, 攪雜作用을 받는다.

運動 movements

第1胃와 第2胃의 運動은 매우 密接한 連關이 있다. 反芻를 하고 있지않은 牡牛에서 第1胃와 第2胃의 運動의 正常的 順列은 大略 다음과 같다.

(Sebalk 및 Amadon 1928) 第2胃는 鮮명한 收縮을 하고 뒤따라 또하나의 그와 비슷한 收縮을 한다. 그 結果 液體質이 第1胃로 驅出된다. 그러나 第2回의 第2胃收縮이 進行中에 第1胃의 前溝 anterior pillar가 收縮을 始作하여 울타리(목)를 形成하여 第2胃收縮(第2回의)으로 驅出되는 流出物을 받아드린다. 이 第2回의 收縮으로 驅出된 物質은 大部分이 第2胃의 前背部 anterior dorsal sac에 保藏된다. 前溝 anterior pillar에 第1胃의 收縮 波動이 發生하여 後方으로 縱溝 longitudinal pillars, 後溝 posterior pillar 背冠狀溝 dorsal coronary pillars 및 其間의 第1胃 腔에 亘하여, 實際로 同時에 波皮한다.

이 部分들이 弛緩할때 腹冠狀溝 ventral coronary pillar와 第1胃腹部 Ventral sac의 筋肉組織은 收縮을 한다. 이때 그 內容物이 前方과 上方을 向하여 第1胃의 胃背部前域 anterior dorsal region 으로 驅出된다. 그 原發性波動이 있은뒤에 第1胃에서만 次發性收縮波動이 있다. 또 嚥氣와 遮斷하여 일어나는 또하나의 第1胃收縮이 있음이 分明하다.

Schwarte氏는 採食, 反芻 및 休息의 條件에 依한 多數의 牝牛를 觸診하여 그 第1胃收縮運動을 研究한 結果 다음과 같이 平均頻度數를 얻었다.

第一胃의 收縮數

| | | |
|----------------|---------|---------|
| 採食中 eating | 每分 2.8回 | 每時 168回 |
| 反芻中 ruminating | 2.3 | 138 |
| 休息中 resting | 1.8 | 108 |

Balch는 痲疹을 使用하여 牝牛에서 第2胃의 收縮을 描記하여 乾草를 먹은 動物에서 다음과 같은 平均數를 얻었다.

(計算할때 二重또는 三重의 收縮描記를 하나로 看做하였다)

每時 第 2胃收縮回數

採食中 84,6回 ; 起立休息 standing rest 69,6回
橫臥休息 lying resting 65,1 ; 起立反芻 Standing ruminating 66,3

橫臥反芻 Lying ruminating 56,1

飼料에 磨碎乾草를 加하여 瘵경우 第2胃의 收縮回數에 別變動은 없고 反芻에 所要한 時間이 大端히 減少되었다. thyroxine (甲狀腺 ホルモン 物質)을 投與할 경우 第2胃收縮頻度가 若干 增加되었다. 第1胃收縮의 回數가 第2胃의 그것에 比하여 높은 까닭은 第1胃收縮의 大多數가 第2胃收縮에 따르지 않고 따로 이어나는 事實 때문이다.

또 第2胃收縮頻度는 反芻할때 보담 休息中에서가 더 많다. 그러나 第1胃의 收縮에서는 그와 反對인것이 事實이다. 아마 反芻中에 第1胃의 收縮에 따르지 않는 과의 第1胃收縮이 일어난 때문 일것이다. 이點은 더 研究되어야 할것이다.

第2胃와 第1胃의 運動中 後者가 더구나 複雜하다. 그런 運動이 陰壓 및 陽壓으로 變하여 內容物의 不斷 混合을 이끈다.

第2胃가 펌프같은 作用을 하여 第1胃로 液體를 넣어 주기도하고 그로부터 뽑아주기도 한다. 그와같은 液體 的流動은 다음과 같은 意義가 있다.

(1) 第1胃안으로 攝取物을 引導한다. 새로 攝取한 食塊가 乾草와 같은 가벼운 物質로 된것 이라면 第2胃 로부터 液體를 타고 第1胃로 옮겨진다. 第1胃가 어느 程度를 넘어 充滿되었을 경우에 무거운 內容은 第1胃 前部로부터 後部로 옮겨지기가 困難한것 같다. 따라서 第2胃가 弛緩할때 第1胃內容의 1部가 即時 第2胃內에 들어간다.

(2) 攝取物이 第1胃로부터 第3胃 및 第4胃로 通過하 는 것을 適當히 調節한다. 反芻된 物質은 高度한水分과 比重이높은 成分인 까닭에 곧 第2胃로 옮겨가고 또 곧 第3胃나 第4胃로 到達한다.

(3) 第1胃의 內容物에 水分을 供給한다.

(4) 吐出 regurgitation을 돕는다. 吐出을 完成하기 爲하여 또하나의 第2胃收縮이 吐出에 앞서 일어나 正常的인 含量的 收縮으로 進行한다. 吐出되는 物質은 1部는 第2胃, 또 1部는 第1胃부터 온것이다.

音 響 sounds

第1胃가 收縮하는 동안 音響을 發生하고 넓은 範圍

에서 쉽게 聽診할 수 있다. 第2胃收縮도 音響을 發生 하나 반드시 쉽게 들리지는 않다. 다만 數個部位를 聽診함으로 聽取할 수 있고 左腹側의 第7助骨上에서 가장 잘 聽取된다.

Lagerlöf 는 그 音響을 摩擦音 chafing sounds 라 고 하였다.

綿羊의 第 1 및 2 胃의 運動

reticuloruminal motility in sheep

Phillipson (1939) 이 瘵瘡 및 x 線을 使用하여 研 究하였다. 1 및 2胃의 運動周期는 普通 50-70秒의 間 격으로 일어난다. 第2胃의 收縮運動은 2階段으로, 大 概 第1胃가 2回~4回 收縮한 뒤에 일어난다. 그러나 1 및 2胃收縮에서 여러가지 變動이 있다. Quin 氏等은 瘵瘡 rumen fistula를 使用하여 綿羊의 1胃運動을 研 究하였다. 第1胃運動이 때에따라 變動이 있다고 한다. 第1胃가 收縮後에 일어나는 弛緩時에 있어 第1胃內壓이 一5乃至一15mm H₂O (水壓)에 相當한 陰壓으로 된다. 그러나 收縮의 極期에서는 平均內壓이 70mm H₂O 이 다. 飼料를 먹으면 第1胃運動이 促進된다.

3~4日 斷食하더라도 普通은 第1胃運動速度에 뚜렷 한 變動이 없으나 그波動은 微弱하여진다. 그러나 3~ 4日을 斷食한 後에는 모든運動이 없어진다. 물을 보거나 實질로 다시더라도 第1胃運動性엔 말할만한 影響을 주지 않다.

綿羊에서 第1-2胃運動性 reticuloruminal motility 이 牝牛에서 보담 變動이 많으나 그進行 順列은 牝牛. 綿羊. 山羊의 모든 反芻動物에서 마찬가지로다.

第1胃運動性과 血糖濃度

rumen motility and the blood sugar level

Le Bors, Nitescu, Simonnet 및 Vallenias 氏는 第1胃의 運動性과 血糖濃度와의 關係에 對하여 發表하 였다. 葡萄糖을 注射하여 血中糖分을 增加 卽 高血糖 hyperglycemia를 일으키면 第1胃의 運動이 抑制된다.

insulin (胰臟ホルモン)을 注射하여 低血糖 hypoglycemia 을 일으키면 第1胃運動이 促進된다. 이때 促進된 데 앞서 收縮運動이 暫間동안 抑制된다. insulin 注射 로 誘發된 過度한 運動性 hypermotility은 葡萄糖液 을 注射함으로써 抑制할수 있다.

第2-3胃間孔의 作用

action of the reticulo-omasal orifice

近來에 와서 第1胃와 第2胃로 부터 他部分으로 그內

容물이 移動하는 것을 究明하기 爲하여 第 2—3胃間孔 reticulo-omasal orifice의 作用이 研究되었다.(Balch 氏 kelly 및 Heim), 風船꼴의 주머니(balloon)를 탐볼 tambour 와 連結하여 第2胃, 第2—3胃間孔, 第3胃 頸部, 第4胃안에 넣어 두거나 第 1胃의 前溝 anterior pillar 附近에서 손으로 維持한다. 그리고 第2—3胃間孔에서 일어나는 運動이 他部位에서 일어나는 收縮運動과 相關하여 記錄되도록 曲線으로 描記한다. 詳細한 研究가 風船꼴주머니 (balloon)를 使用하여 第1, 2, 3胃에서 이루어졌다.

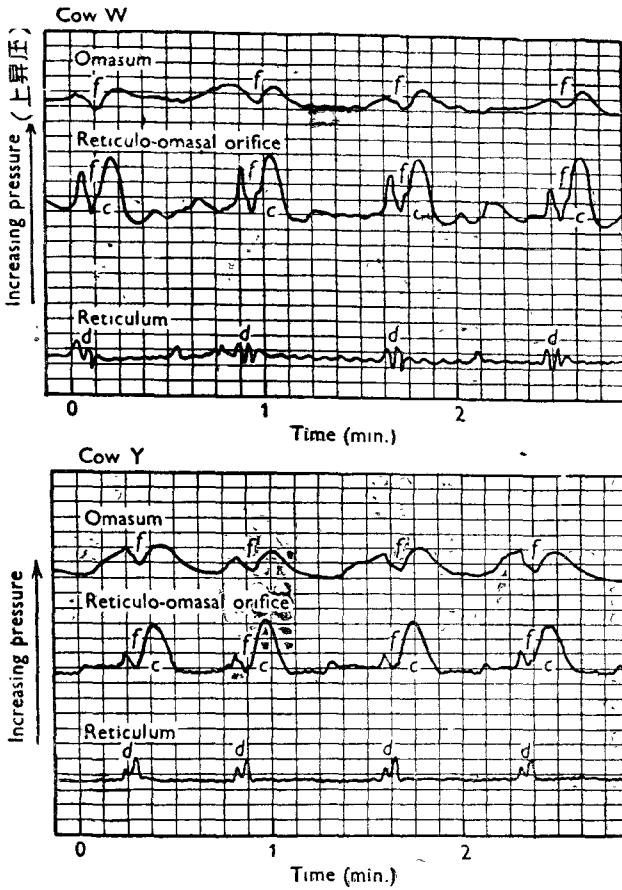


그림 3 : 休息중에 있는 2頭의 소(牛)에서, 第2胃, 第2—3胃間孔 및 第3胃內壓의 變動; d는 第2胃의 2重 收縮; f는 第2—3胃間孔과 第3胃內壓의 下降; c는 第2—3胃間孔의 強力한 收縮이고 第1, 第 2胃의 內容物이 第2胃의 마지막 收縮과 同時에 驅出되고 이때 第2—3胃間孔은 開放되고 第 3胃內壓은 낮다,

From Balch, kelly, and Heim, British Journal of Nutrition, 1951,5)

第2—3胃間孔 reticulo-omasal orifice은 牛가 休息, 採食, 反芻, 橫臥, 飲水, 擠乳中の 어느 경우에서나 顯著히 均一한 態度를 보여준다. 第1胃 및 第2胃運動 reticuloruminal motility의 1週期中의 大部分(60~70%) 동안 그 孔(orifice)은 흔히 開放되어있다. 第2胃가 첫번째의 收縮을 하는동안 孔(orifice)은 閉鎖되어있다. 두번째의 收縮을하는 동안 孔(orifice)에서 鮮明히 壓이 下降한다, 이것은 孔이 開放된 까닭이다. 壓이 下降한 다음 孔의 強力한 收縮 卽 閉鎖가 일어난다. 第2胃가 마지막으로 收縮하고 孔에서 壓이 下降하게 될때 第3胃의 頸部에서 壓의 下降이 나타난다. 그 다음 第3胃內壓이 孔이 閉鎖할과 同時에 上昇한다. 第2胃의 마지막 收縮과 同時에 第 1胃 第2胃의 內容物이 流出하고 이때에 孔은 開放되고 第3胃內壓이 下降한다고 生覺된다, 마지막 收縮時에서 第2胃와 第3胃와의 內壓의 差異가 10mmHg (水銀壓) 程度로 짐작된다. 第2—3胃間孔 reticulo-omasal orifice 이 閉鎖되고 있는 동안 第3胃內壓이 높은 까닭에 그內容物이 第4胃로 옮겨간다. 第2胃가 收縮할때 마다 約80ml (c.c)의 물이 第2—3胃孔을 通하여 流出한다, 卽 24時間中 115리터 (liter)가 된다, (第2胃의 마지막 收縮은 2重 또는 3重으로 나뉘어남)

(次號에 繼續)

(10頁 下단 속)

와서 살게 되었다고 한다. 미네소타洲의 農村은 이렇게 住民들이 모여서 이루어 놓은것이다. 이 近方에 다뉴브라는 고장이 있다. 그동네 이름대로 그곳은 奧地利의 다뉴브江邊 어느 洞에 住民들이 이곳에와서 이룩해 놓은 마을이다.

하이·워이를 70哩—80哩를 달려도 검은 땅덩어리와 푸른 밭이 한없이 구비쳐 흘러간다. 곳곳에 牧場, 牛乳와肉牛 그리고 豚公들이 우글거린다. 美國의 富와強은 農村에 있는것이다. 泔코 미트로이트나 시카코같은 重工業地帶에 있는것이 아니다.

(4294年 10月)