

鼠が切歯(門歯)で物を齧る時の工学的考察

富山女子短大付属高校 坂下 栄作

1. はじめに

鼠は小さな口と貧弱な顎骨を持っているが、木材や電線、鉛管等の堅固で、しかも口に入らない大型のものでも齧ることができる。熊や牛馬は頑丈な顎骨で大きな歯を持ちながら堅い物を齧れないのは何故だろうか。いま是等の動物の切歯が、顎骨に植立している状態とその形を見ると牛や熊の切歯は浅くて垂直に植立しているが、鼠の切歯は円弧状に湾曲して顎骨内に奥深く入り込んでいる。この切歯が円弧状であることと、深く顎骨内に入っているということが堅固なものを齧ることが出来る原因ではなかろうか。トンネルの天井は円弧状に作られてあり、ドームの大建築物は中央に柱がないが重い物を支えている。大工の道具に鉦(手斧) *chōna* という工作具があって円弧状に作られており削るに都合よくできている。またノミは金槌で叩いて削るのは柄が短い手で把持し、その柄に下腕部を添えて削るのは長く作られている。是等は生活の知恵として生れた効率的な工作具で鼠の切歯に通ずるものがある。

筆者は本題を考察するに際し動物学雑誌、解剖学雑誌、その他の歯学関係の専門誌を広く渉猟したが、鼠の切歯がどうして堅固なものを齧ることができるのかについての力学的研究を見出すことができなかった。ここに鼠類切歯の考察を試みた所以である。以下にその要旨を簡潔書き的に記載して見よう。なお本研究をなすに当り、材料力学の宮尾嘉寿博士に御指導を仰いだので、ここに深甚の謝意を表す。

2. 考察

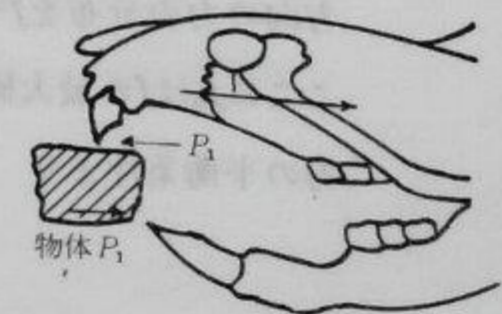
1. 形状と構造

上顎の切歯は大きい曲率で円弧形に湾曲し顎骨内に深く入っている。

(1) 堅いものを齧るためには切歯は内側に湾曲していた方がよい。歯は磨滅していくから絶えず生成してやる必要がある。湾曲した歯を生成するためには顎骨内で既に湾曲させて押し出すようにしなければならないという歯の形成上の理由がある。

(2) 鼠は等顎型で物を齧る時は上下の顎を前後に動かす水平運動を行う。これを力学的に観れば図-1のように下の切歯の先を物体に当て、これを支点として上の切歯を手前に引く動作を行う。このため上下切歯には P_1 の力が作用することになる。

(3) 上切歯に作用する力 P_1 図-2のAB部分で支えられる。また噛むための力 P_2 はBC部分に分散して加わる。いずれの場合も歯が曲っているため、外力が分散して顎骨に加わり、歯根を傷めないで大きな力で齧ることができる。



(4) 下切歯の曲率は小さいが、上のそれに比べて下顎骨の奥深く入っていて長い。歯先にかかる力は歯体が長く顎骨に入っているため、これも分散されて顎骨で受け、歯根に伝わらない。総体的にみて、歯は「のみ」のように本体が深く柄（顎骨）の中に入っており、歯根を傷めず顎骨で力を吸収するようになっていて、大きな力で齧ることが可能である。

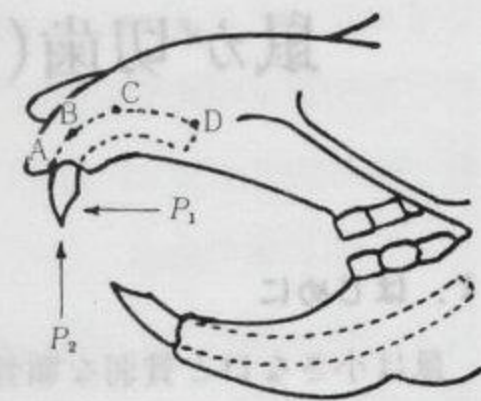


図-2

(5) 歯に作用する力Pの方向は下顎を動かす咬筋、側頭筋の中心線に平行である。(図-3) この力Pを分解すると図-2のP1とP2になり、上顎骨ABCで力を受けることになる。

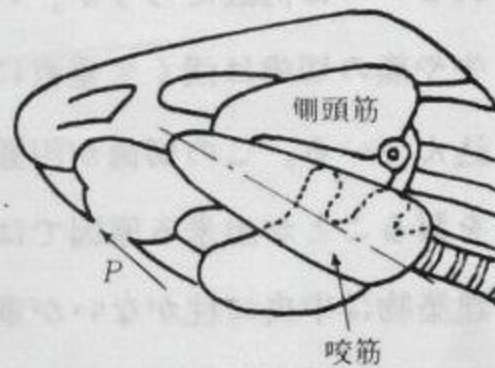


図-3

2. 歯質と強度

歯質は湾曲の外側が硬いエナメル質で、内側が軟かい象牙質である。

(1) 歯の先端は鋭く尖らせる必要がある。軟かい象牙質は磨減し、外側の硬いエナメル質の部分が常に尖るようになる。



図-4

(2) 歯の本体は図-4のように曲げモーメントを受ける。このため湾曲の外側は圧縮され、内側は引張りを受ける。エナメル質は硬いが脆いので引張りに弱く圧縮に強い。象牙質はその反対である。したがってこの歯は曲げの作用に対し、強度上強い梁であるということが出来る。

(3) 歯は円弧(同一曲率)をなしており曲げに際して歯に集中してかかる所がなく、均一な抵抗力をもっている。即ち力学的にみて先が鋭くでき且つ折れにくい歯である。

3. 真直歯との比較

上切歯をABCD、その半径をR、歯先にかかる水平力をF1、鉛直力をF2、歯は幅S、厚さhとする。

(1) 水平力に対して(図-5)歯が顎骨に及ぼす水平方向の力の分布を $f=f_0 \cos \theta$ とする。(図-5(a))ここに f_0 はfの最大値で、B点に作用する圧力である。力の平衡条件より

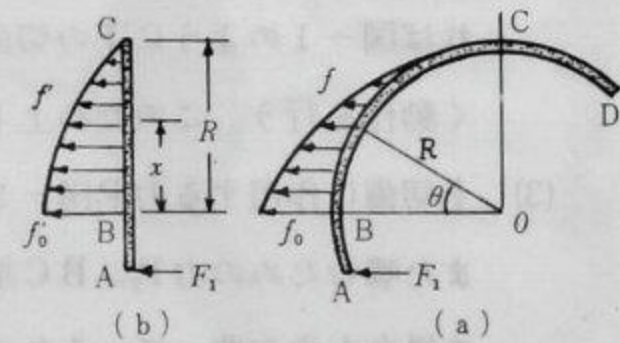


図-5

$$F_1 = h \int_0^{\pi/2} f R d\theta = h f_0 R \int_0^{\pi/2} \cos \theta d\theta = h R f_0$$

$$\therefore f_0 = \frac{F_1}{hR}$$

一方、図-5(b)に示す長さRの直線歯の場合は顎骨に及ぼす水平方向の圧力を $f' = f_0' \cos \frac{\pi x}{2R}$ とする。

$$F_1 = h \int_0^R f' dx = h f_0' \int_0^R \cos \frac{\pi x}{2R} dx = \frac{2Rh f_0'}{\pi}$$

$$\therefore f_0' = \frac{\pi F_1}{2hR}$$

これらを比較すると $f_0/f_0' = 2/\pi = 0.637$

即ち顎骨の最大圧力は湾曲した歯の方が真直歯の63.7%と小さい値になる。

(2) 鉛直力に対して(図-6)

歯が顎骨に及ぼす力の分布を $P = P_0 \sin \theta$ とする。 P_0 はC点の圧力である。

$$F_2 = h \int_0^{\pi/2} P R d\theta = h R P_0 \int_0^{\pi/2} \sin \theta d\theta = h R P_0$$

$$\therefore P_0 = \frac{F_2}{hR}$$

一方、直線歯は外力 F_2 は歯根において顎骨に $P_0' = F_2/S h$ の圧力を及ぼす。これより

$$\frac{P_0}{P_0'} = \frac{S}{R} < 1$$

$S < R$ であるから P_0 は P_0' よりはるかに小さい。

以上の計算より上切歯が顎骨に及ぼす最大圧力即ち外力に対する最大抵抗力は真直歯に比べ小さい値になり、換言すれば歯先に大きい力を出ることができる形だといえる。加えて歯として最も弱い歯根部に力が加わらず、これを保護している。

以上鼠の切歯を、その形と構造、歯質と強度、真直歯との比較を力学的に考察したが、生物体の構造が如何に微妙で合目的に作られているかに思いを新たにすものである。

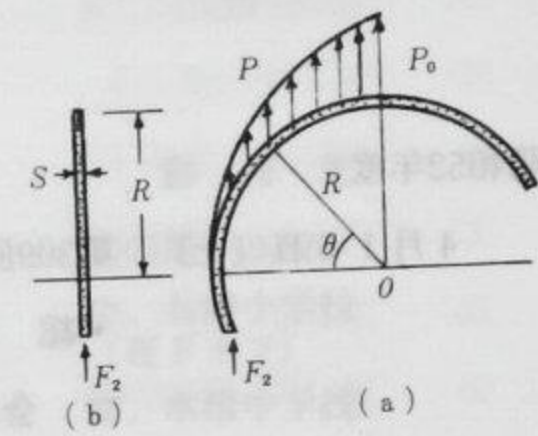


図-6