

ネブータル麻酔時における呼吸商は非常に小さく、正常な状態を示しているとは考えられない。呼吸採集時に、呼吸数が少く、弱く、マスクの弁が堅いため、呼吸困難におちいるものもあった。

このような結果からみて、測定値のちらばりは、サルをならすことと、直接、顔面にマスクをあてるのではない方法で呼吸を採集できれば、測定値のちらばりを、より少なくすることができるのではなかろうか。

寒冷環境におけるニホンザルの適応性について (その2)

朝 日 稔

(武庫川女子大・家政・生物)

ニホンザルは人間を除く霊長類ではもっとも北部に生息していて、とくに寒冷季にはきびしい栄養条件のもとに生きている。積雪地域では、カロリーのにはほとんど無価値に近い食物に依存し、しかもその体温を維持するには困難な寒冷環境にさらされている。

そこで、この地帯のニホンザルの食生活を、栄養生態学的に検討することは、霊長類のなかでのニホンザルの生態学的位置づけのみでなく、栄養学の面では寒冷環境での適応といった面でも重要な意味をもつと思われる。

積雪地のみでなく、一般にニホンザルが次食時にその生活を維持するためのエネルギーバランスは、次の模式で与えられる。

A. 生活消費カロリー

＝純摂取カロリー＋蓄積脂肪による補充カロリー

ここで、純摂取カロリーは

B. 純摂取カロリー

＝食物含有カロリー－排出物カロリー

として与えることができる。

そこでこれらの各項目について、測定可能なものは測定し、不可能なものについては推定の方法を考えて推定し、このエネルギーバランスが成立しているかどうかを検討することとした。

生活消費カロリーについては、ニホンザルのBMが原によって 36kcal/hr.m² と測定されているのでそれを用いて、1頭当り 20kcal/hr という数字がえられる。これから、RMRと労働時間を観察により推定し、さらに寒冷のための係数を1.5と考えることによって、必要カロリーとして計算できる。ここでは、東のフィールドノートによって、次の例をえた。

行 動	RMR	時 間	カロリー
寝ている、木の上で静止	0.0	14.8	260

雪の上の移動	4.2	1.7	170
ゆっくり移動し、採食	2.8	3.0	220
グルーミング、遊び	1.4	4.5	110
計		24.0	760
寒冷係数	×1.5		1100

食物含有カロリーについては、別に発表するが、ポンブカロリーメーターによってニホンザルの積雪時の食物の保有カロリーを直接に測定し、その摂取量を観察により推定した。その結果、1日当り1頭 1030kcal を採食していることとなった。排出物保有カロリーは下北半島で採取した、積雪時の糞6個をポンブカロリーメーターで直接測定した結果、平均して1日1頭当り、30kcal が排出されていることとなる。その差として、1日の純摂取カロリーはおおよそ 1000kcal と考えられる。

東の1965年より66年の春にいたる記録によれば、下北半島のニホンザルは、積雪時に平均して約2,000g やせてしまう。この体重減少をすべて蓄積脂肪の損失と考え、脂肪1g当り 9kcal が放出されるものとする、積雪期90日間に、1日当り1頭 200kcal が蓄積脂肪により補給されていることになる。

ここで最初の仮定にもどって考えると、これらの数値を、式A、Bに入れると次のようになる。

$$A: 1100 = 1000 + 200$$

$$B: 1000 = 1030 - 30$$

したがって、測定の結果は、この仮定が十分でないにせよ、一応満足すべきものとして満たされていることとなる。

ただ、この計算には多くの推定値が含まれている。しかもそのうちには十分な根拠のない値もあるので、さらに検討を重ねる必要があると思う。

リスザルの視覚連合領の誘発電位

(他の連合領刺激の視覚連合領に及ぼす影響)*

渡 辺 悟 (岐大・医・生理)

小 川 尚 (熊大・医・生理)

*第47回日本生理学会総会、1970年発表

視覚連合領(18, 19野)が連合線維によって連絡している皮質野は、隣接の17野は勿論のこと前頭前野、感覚及び運動の連合領、及び島皮質は側頭葉下部等が記載されている(Polyak, 1968)。この視覚連合領は数多くの皮質下核とも連絡があり機能的にはまた polysensory の

input をもっている。また output として眼球運動、及び瞳孔運動が刺激実験で確かめられている。リスザルにおいても前頭葉に polysensory の部位が (Bignall & Imbert, 1969), 側頭葉下部に視覚機能をもった部位 (Gross et al., 1969) が報告されている。本実験は視覚領以外の場所で光刺激に反応する部位のうち前頭葉及び側頭葉について、その部位の刺激が視覚領の反応に及ぼす影響を調べたので報告する。

実験方法

実験動物には600~700gのリスザル14匹を使用した。 α -クロロローゼ50mg/kgとネブタール2mg/kgとを腹腔内注射にて麻酔し、型通り脳定位固定を行ないMacLean の Atlas によって外側膝状体に刺激電極を刺入し、同側の前頭、側頭、後頭の頭蓋骨を切除し、硬膜をも切開し、軟膜上より銀ボール単極にて誘発電位を導出した。誘発電位はATAC501にて40回~60回の加算平均した波形を記録した。誘発電位の positive-negative の振れが一番大きく現われる場所を捜し、前頭葉及び側頭葉の刺激部位、及び18野の誘導部位を決定した。光刺激は閃光刺激を用い、電気刺激は鋼線の双極電極を用い、刺激パルス(刺激時間間 0.05~0.1msec, 刺激電圧7~20V)を単発或は300Hz 4発のパルス列にして行なった。視覚領における単一細胞放電は3MKCLを満したガラス細管の微小電極により導出記録した。

用いた動物は実験終了後、脳を剔出しホルマリンにて固定し、凍結切片(50~100 μ)を作成しNissle染色で2刺激部位及び誘導部位の組織学的、細胞構築学的な検索を行なった。

実験結果

1. 閃光及び外側膝状体刺激による皮質誘発電位の分布
閃光刺激によって誘発される大脳皮質の電位変動は非常に広範な部位から誘導される。リスザルにおいては、後頭葉の視覚領(17, 18, 19野を含む)、前頭葉の弓状溝の前及び後部、上側頭溝の後 middle temporal sulcus の上及び下部、及び頭頂葉の中心溝の前及び後部に比較的大きな誘発電位を記録出来た。光刺激による誘発電位はいずれの部位も小さな negative の振れの後に大きな positive-negative の振れを示した。positive wave の頂点潜時は視覚領で平均26.3msec, 前頭葉で平均26.5msec, 頭頂葉で平均28.9msec, 側頭葉で平均37.8msecであり、前頭葉への投射が視覚領におけるそれとほぼ同じぐらいの潜時であった。これらの頂点潜時の値は非常に変動が大きく表面誘発電位が多くの因子によって影響を受けやすいことを考慮に入れると、これらの測定された値は後頭葉及び前頭葉は比較的速く反応し、次いで頭頂葉、側頭葉の順序で反応が起っ

ていることを示している。

このように視覚領以外の皮質領野で光刺激による反応が現われる場所において、外側膝状体電気刺激による誘発電位を誘導すると、前頭葉の弓状溝の前及び後部では小さな positive-negative の振れに続いて大きな positive の振れがありその後のゆっくりとした negative の振れが観察される。弓状溝の前と後で誘発電位の大きさを比較すると、後の方が大きく誘導出来た。最も大きい positive wave の頂点潜時は平均15.0msecであった。側頭葉における誘発電位は middle temporal sulcus (m.t.s.) の上と下で誘導した。この部位の電位変動は小と大の2つの positive wave とそれに続くゆっくりとした negative wave であり(第1図A)、大きい positive wave の頂点潜時は平均14.1msecであった。この値は前頭葉の誘発電位の潜時とほぼ同じであった。m.t.s. の上側と下側で誘発電位の大きさを比較すると、上側の方が大きく、また上側頭溝に近い方が大きく誘導出来た。

2. 前頭及び側頭葉刺激と外側膝状体刺激とによる視覚連合領の誘発電位の相互作用

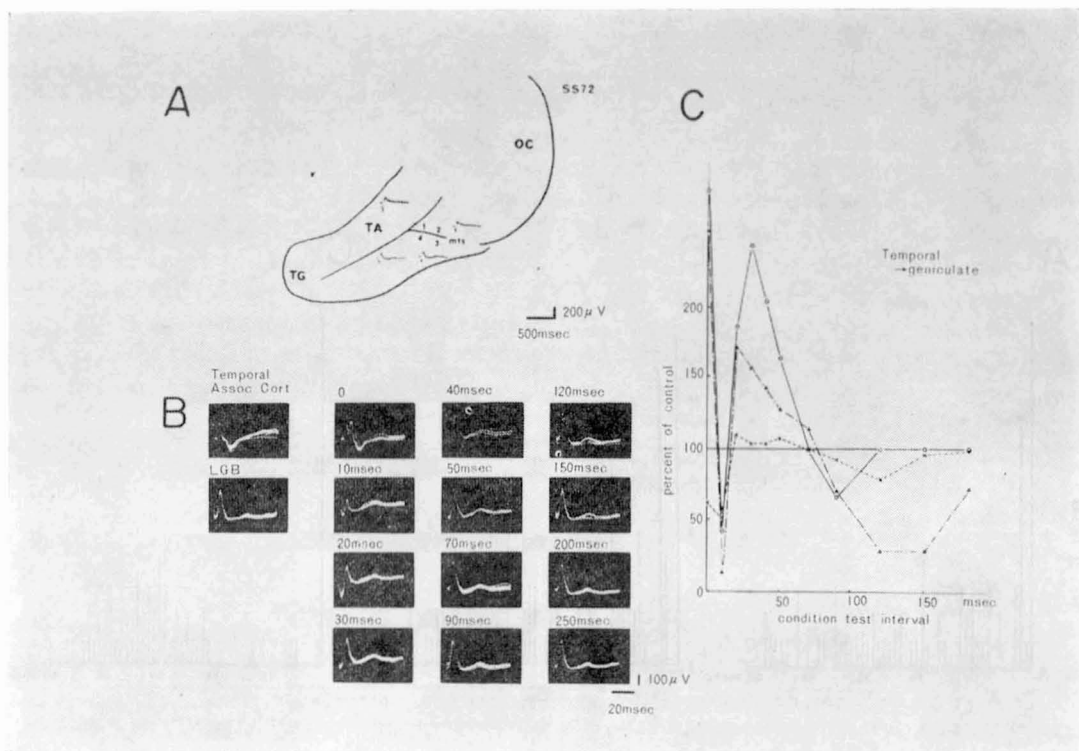
このように、前頭葉及び側頭葉において、外側膝状体刺激による誘発電位が最も大きく発生する場所を刺激部位に選び、これらの部位の電気刺激を条件刺激とした。また外側膝状体の電気刺激を試験刺激として視覚連合領(18野)にて誘発電位を記録した。

第1図B及びCに示された如く、側頭葉刺激を条件刺激とした場合の外側膝状体刺激による視覚連合領の negative wave の振巾は、同時刺激では大きくなる事が多く、刺激間隔を10msec 開くと今度は50%の減少となる。20msec にて再び振巾を増大し20~30msec にて50~100%増の促進現象が見られ、70msec ぐらいまではこの効果が持続し以後再び減少或は元の大きさに回復した。

前頭葉を条件刺激とした場合には、視覚領での誘発電位はほとんど現われないにも拘らず外側膝状体刺激(試験刺激)の誘発電位に対しては明らかに影響がある事が観察された。即ち同時刺激では negative wave は増加することも減少することも見られたが、刺激間隔が10msec から約100msec に到る間では明らかな振巾の減少が見られた(第2図)。

3. 視覚連合領における単一細胞の放電様式への他の連合領刺激の効果

外側膝状体単独刺激では視覚連合領の単一細胞放電は誘発電位の negative wave に一致して頻度を増している。外側膝状体刺激により30msec 先行して側



第1図 A. 外側膝状体刺激による側頭葉下部連合領の誘発電位。誘発電位の振巾の一番大きい所をBの条件刺激の部位に選ぶ。
m.t.s.: middle temporal sulcus, 中側頭溝, OC; TA 及び TG は Von Bonin と Bailey の細胞構築学的な分類による名称。
B. 条件刺激の側頭葉刺激による視覚誘発電位と、試験刺激の外側膝状体刺激による視覚誘発電位の相互作用。右肩の数字は条件一試験刺激間の時間間隔を示す。
C. Bにおける相互作用のグラフ。縦軸は対照に対する試験刺激の反応の大きさの百分率、横軸は条件一試験刺激の時間間隔を示す。

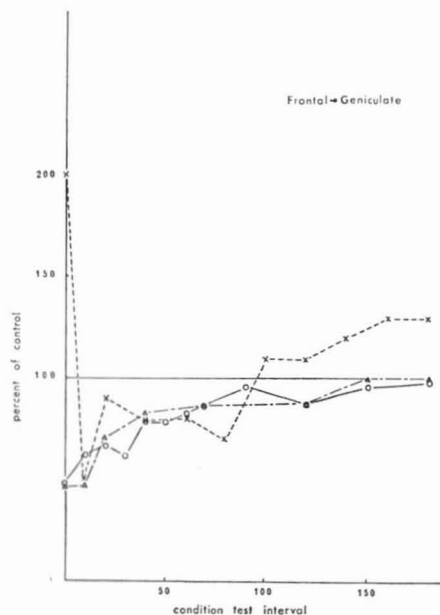
頭葉を条件刺激すると、外側膝状体刺激の誘発電位の negative wave の間即ち刺激後 10msec までは外側膝状体単独刺激よりもより放電頻度が増加し、さらに第2の negative wave の刺激後 30~40msec の時期に一致して放電の増加が見られた。

前頭葉の条件刺激では刺激間隔 30msec で外側膝状体刺激の誘発電位 negative wave の振巾減少が観察されているが、丁度この時期で単一細胞の放電は第3図の如く刺激後 20msec 即ち誘発電位では negative wave から positive に移行する間まで明らかに放電頻度を減じ、抑制を受けており、30msec ではやや放電頻度の増加を見ている。

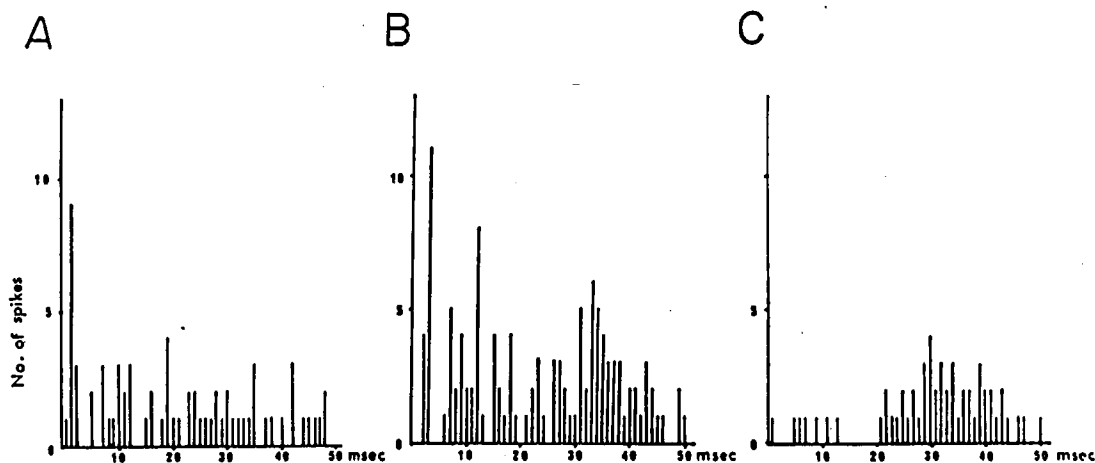
斯くの如く、前頭葉及び側頭葉の刺激による外側膝状体刺激の誘発電位の振巾の増大が促進にまた振巾の減少が神経細胞の放電の抑制に結びついていることが明らかになった。

考 察

光刺激で誘発される反応が弓状溝の前、後部中心溝の前、後部、及び側頭葉の下部で記録されたことは解剖学



第2図 前頭葉連合領(弓状溝の前或は後)を条件刺激とした時の外側膝状体試験刺激の視覚誘発電位の変化の時間関係。



第3図 A. 視覚連合領の単一細胞の外側膝状体刺激に対する poststimulus time histogram(PSTH)。50回の反応の加算を示す。
B. 側頭葉条件刺激, 外側膝状体試験刺激とした場合の視覚領単一細胞のPSTH。刺激間隔は30msecに固定, 50回の反応の加算を示す。
C. 前頭葉条件刺激, 外側膝状体試験刺激とした場合の視覚領単一細胞のPSTH, 条件—試験刺激間隔は30msec, 60回の反応の加算を示す。A, B, C共に同じ細胞の反応である。

的にも視覚領(連合領も含む)から弓状溝の前, 後部にも上側頭溝の後(側頭下部)にも線維を送っていることが報告されている(Pandya et al., 1969), また視床連合核からも直接これらの部位に線維を送り出している(Crosby, 1962)という事実とも一致している。前頭葉では polysensory の性質をもっており(Bignall & Imbert, 1969), 光覚のみならず, 聴覚も体性感覚も反応する。しかし側頭下部では光感覚のみで, むしろ聴覚には反応しないともいわれている。この部分の破壊実験では視覚の鋭敏さとか視野には変化がないが視覚識別の訓練の修得に大きな障害が現われることが見出されている。

これら前頭葉の連合領から視覚領へ直接の線維連絡が存在するか否かについては未だ明確ではないが, Crosbyらは一応その存在を記述している。しかし側頭葉からの線維連絡については彼らも記述していないが, 機能的な面から学習にとっても視覚領との間に相互の連絡があることは想定出来る。また直接の皮質—皮質間の結合がなくても, 視床経由か或はその他の皮質下核の経由であり

得るとしても, 刺激実験による潜時測定のみで判断するには不十分な点が残されている。これらの点については次の段階の実験で明らかにされねばならないし, また機能的な働きの面についても今後の問題点である。

総括

- 1) クロロローゼ麻酔をほどこしたリスザルを使用し連合領間の相互作用を特に視覚連合領の反応を指標にして検索した。
- 2) 閃光刺激に反応する皮質領野は広く分布し, 視覚領(連合領も含む)以外に前頭葉(弓状溝の前, 後部), 頭頂葉(中心溝の前, 後部), 側頭葉(側頭下部)に見られた。潜時は視覚領, 前頭葉, 頭頂葉, 側頭葉の順序で長くなっていた。
- 3) 外側膝状体刺激で生ずる視覚領の誘発電位は前頭葉の電気刺激を条件刺激として先行させると, その刺激間隔が0~100msecにわたって振巾を減少させられることが見出された。また視覚領の単一細胞の放電はこの期間で抑制現象が見られた。
- 4) 側頭葉を条件刺激とした場合には複雑な刺激効果を

示し、外側膝状体刺激による誘発電位の振巾は同時刺激で促進、次の10~20msec間が抑制、20~70msecで再び促進、80msec以後は時に抑制、または元の大きさに復した。

文 献

1. Bignall, K. E. and Imbert, M. (1969) : Polysensory and cortico-cortical projections to frontal lobe of squirrel and rhesus monkey. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 26, 206-215.
2. Crosby, E. C., Humphrey, T. and Lauer, E. W. (1962) : In *Correlative Anatomy of the Nervous System*. MacMillan, New York.
3. Gross, C. G., Bender, D. B. and Rocha-Miranda, C. E. (1969) : Visual receptive fields of neurons in inferotemporal cortex of the monkey. *Science*, 166, 1303-1306.
4. Pandya, D. N. and Kuypers, H. G. J. M. (1969) : Cortico-cortical connections in the rhesus monkey. *Brain Res.*, 13, 13-36.
5. Polyak, S. (1968) : *The Vertebrate Visual System*. Univ. of Chicago Press, Chicago, 434-442.

ニホンザルの大脳皮質における味覚神経 投射領域について

小 川 尚 (熊本・医・生理)
渡 辺 悟 (岐阜・医・生理)

大脳の味覚領域については、ヒトを含めて霊長類では正確な領域が判っていない。これまでアカゲザルを用いた大脳皮質の破壊実験から、頭頂葉弁蓋部、島部および上側頭部を含むシルビー溝の前部にあるとされている (Bagshaw & Pribram, 1953)。しかしチンパンジーの味覚領は頭頂葉弁蓋部の内壁 (Gehardt の68領) にあるという (Ruch と Patton, 1946)。一方、組織学的には味覚の視床中継核である V PMPc は弁蓋部の内壁と島部に投射するという (Roberts と Akert, 1963)。

最近, Benjamin (1968) らはリスザルを用い、舌の知覚神経の投射部位は舌の体性知覚領と頭頂葉弁蓋部と2カ所あり、後者はいわゆる味覚神経といわれる鼓索神経と舌咽神経のみが同側性に投射していると報告している。

本実験ではニホンザルを用いて、味覚神経の大脳皮質における投射部位を決め、その部位の単一ニューロンの

活動を見ようと試みたものである。

方 法

6~12kgのニホンザル7頭を用い、ネンブタール (25 mg/kg体重) の静注により麻酔を行なった。麻酔深度の維持は1時間あたり約5 mg ネンブタールの静注により行なった。気管カニューレを挿入し、動物を通常の脳固定装置に固定した。実験中脳波および体温の監視を行ない全身状態を視察し体温は37°Cに維持した。体液のバランスを保つためリンゲル液を適量静注した。下顎の皮膚に切開を加えた後、咬筋、下顎骨角、顎下腺およびリンパ節を除去し、調べようとする大脳皮質の同側または対側の舌に分布する三本の知覚神経 (三叉神経舌枝、鼓索神経および舌咽神経) を分離し、出来るだけ舌に近いところで切断した。各神経は単極吸引電極に吸引固定し、これを刺激電極の関電極とし、不関電極は銀板を胸部の皮下に埋め込んだ。一方、側頭筋、側頭骨を除去後大脳皮質の頭頂葉弁蓋部は露出した。大脳皮質表面の誘発電位は球状銀電極で軟膜上より導出し、脳中の深部の電位は低抵抗のタングステン電極の刺入によった。記録電極の不関電極は側頭筋に刺入固定した銀板を用いた。神経の刺激、誘発電位の記録には電子管刺激装置 MSE-3 (日本光電製)、高入力抵抗前置増巾器 MZ 3 A (日本光電製)、オシロスコープ (日本光電製) を用いた。誘発電位は A T A C-501-10 または A T A C-201 (いずれも日本光電製) で40回加算し、その結果を写真撮影し記録保存した。

深部導出においては誘発電位が符られた刺入時の最終位置を通電 (10 μ A 10msec) により印をつけた。

実験の後、動物の脳を10%ホルマリンで溜流固定し、パラフィン包埋切片または冷凍切片を作製しニッスルまたはクリューバ・パレフ法にて染色を行なった。

結果および考察

舌知覚神経の頭頂葉弁蓋部における投射

右大脳皮質の中心溝の前後主としてその基底部 (頭頂葉弁蓋部) における誘発電位を記録した。後中心回においては対側の舌神経と鼓索神経、同側の舌神経は大きい誘発電位を生じたが、対側の舌咽神経および同側の鼓索神経と舌咽神経は前中心回で前中心溝の周囲に局限して誘発電位が記録された。

誘発電位の潜時は対側の方が短かく、ピーク値で舌神経が対側9 msec, 同側11msec, 鼓索神経は対側9~10msec, 同側15msecであった。しかし前中心溝の周辺では潜時は長く約20msecであった。

誘発電位の大きさは、舌神経は対側で500 μ V, 同側で100 μ V, 鼓索神経は対側で270 μ V, 同側で80 μ Vであり、前中心溝周辺では同側で約80 μ Vであり対側で20~