

## アルカロイド作用と其の溶液の水素イオン 濃度との關係に就きて

千葉醫科大學藥物學教室(主任 福田 教授)

雨 宮 孟

### 目 次

#### 緒 言

#### 實驗方法及び材料

#### 實 驗 成 績

1. ニコチンの濃度と攣縮曲線
2. ニコチン鹽基溶液
3. ニコチン鹽溶液

4. ニコチン鹽基及びニコチン鹽溶液との比較

5. 酸及びアルカリの影響

6. ニコチン鹽基及びニコチン鹽の表面張力

#### 總括及び考察

#### 結 論

#### 文 献

### 緒 言

アルカロイドの作用が、其の溶液の水素イオン濃度によりて影響を受くることは、今日一般に認められて居る。扱て其の機轉に就きては、諸家の説がある。Gros は、アルカロイド鹽基の作用はアルカロイド鹽に比すれば、其の作用強大なるものとなし、溶液の  $\text{Ph}$  が増大すれば、アルカロイド鹽は加水分解によりて多量のアルカロイド鹽基を遊離せしめ、之によりて作用の増強を來すことを説いて居る。小笠原、館の兩氏も之を承認して居るが、Symes a. Velej は同一モル溶液のコカイン鹽基とコカイン鹽との作用を比較し、前者の作用が却つて後者より弱いことを指摘して、Gros の説を反駁して居る。其の他 Traube はアルカロイドの作用がアルカリ添加によりて増強するは、其の溶液の表面張力低下の結果なりとして、表面張力説を主張して居る。然し之に對しては、Régnier et David の反對説がある。又長崎はアルカリによる組織の潤張並に其の中に於ける藥物の擴散度の増加等を證明して、アルカリ添加によるアルカロイド作用増強の一因子となして居る。

斯の如く、アルカロイド作用と其の溶液の  $\text{Ph}$  との關係に就きては、種々の學説ありて一定して居ない。在來の研究を見るに、主としてコカイン及び其の他の局所麻醉劑に於ける實驗であるが、之等の物質は遊離の鹽基が極めて水に難溶性なるために、實驗に困難を伴ふの不利益がある。それで私は遊離の鹽基がよく水に溶和するニコチンを用ひて、この問題の研究を試みた。實驗方法は蛙の直腹筋を以て收縮曲線を描記せしめるものである。この方法によると、ニコチンの作用の強度を曲線圖によりて比較研究し得るので、在來の他のアルカロイドに於け

る研究に比すれば、遙に正確を期し得るものと信する。

## 實 驗 方 法

とのさま蛙の体重約 25gr. のものより、直腹筋を切り取りて書楨に裝置し、ニコチン溶液を充したる器を下方より舉上して、筋を溶液中に浸す時は、筋は自發的に稍緩慢なる收縮を初める。之を煤紙上に描記せしめる。2 個の溶液の強さを比較するに當りては、なるべく誤差を少くする爲めに、同一蛙より取りたる等長等大の筋片を用ひ、各書楨に裝置し、被檢液を同時に舉上して、同一瞬間に筋片を溶液中に浸すやうにする。而して曲線を垂直に並記する時は、曲線の形によりて兩液を比較することが出来る。書楨の軸には常に 3gr. の錘を懸ける。

次にニコチンの溶媒としては重炭酸ナトリウムを含まぬリンゲル液を用ひ、溶液の Ph を變化せしめる爲めには、 $\frac{M}{10}$  の鹽酸、重炭酸ナトリウム及び調節液を使用した。この調節液は Dorothy Dale 及び C. R. A. Thacker が蛙心臓に用ひたるものと同一であつて、硼酸と醋酸ナトリウムとを含むリンゲル液である。即ち次に示す第 1 液と第 2 液とを適當の割合に混すれば、Ph を異にする調節液を得る。

### 第 1 液

|                |         |       |
|----------------|---------|-------|
| $\frac{M}{10}$ | 鹽 酸     | 400cc |
| $\frac{M}{10}$ | 硼 酸     | 100cc |
| $\frac{M}{10}$ | 醋酸ナトリウム | 100cc |
| 10%            | 鹽化カルシウム | 2cc   |
| 10%            | 鹽化カリウム  | 1.5cc |
| 20%            | 鹽化ナトリウム | 60cc  |

蒸溜水にて全量を 2000cc とす。

### 第 2 液

|                |            |        |
|----------------|------------|--------|
| $\frac{M}{10}$ | 苛性ソーダ      | 400 cc |
| $\frac{M}{10}$ | 其の他は第一液と同じ |        |

## 實 驗 成 績

### 1. ニコチンの濃度と攣縮曲線。

ニコチンが骨骼筋の攣縮を惹起することは、古くより知られたる事實である。今私はニコチン塩基の濃度と筋攣縮曲線との關係を知らんと慾して、0.00001% より 1% に至る種々の濃度のニコチン塩基液を作り、之を前述の方法にて筋に作用せしめて實驗し、次の成績を得た。

先づニコチンの 0.00001% 溶液に於ては、筋攣縮は極めて緩慢にして、其の高さも亦極めて低い。而して 0.0001% 溶液に於ては、前者に比して攣縮の高さ並に速度共に大なれども、尙攣縮曲線は緩慢にして、約 30 分にて最高點に達す。0.001% 溶液にては、攣縮曲線の上昇速度並に高さも前兩者に比し著しく大にして、通常約 5 分にて其の最高點に達す。0.01% 溶液にては約 1 分にて、0.1%、及び 1% 溶液にては極めて速に、攣縮曲線は其の最高點に達す。以上の實驗成績よりすれば、筋攣縮曲線の上昇速度並に高さはニコチン塩基溶液の濃度の増加する

に從つて増大することを知る。以上の實驗成績は Langley の成績と全く一致する。されば筋攣縮曲線の高さ並に其の上昇速度によりて、ニコチンの作用の強度を推定することが出来る。この事實を基礎として、以下の實驗を行った。(第3圖参照)

## 2. ニコチン鹽基溶液

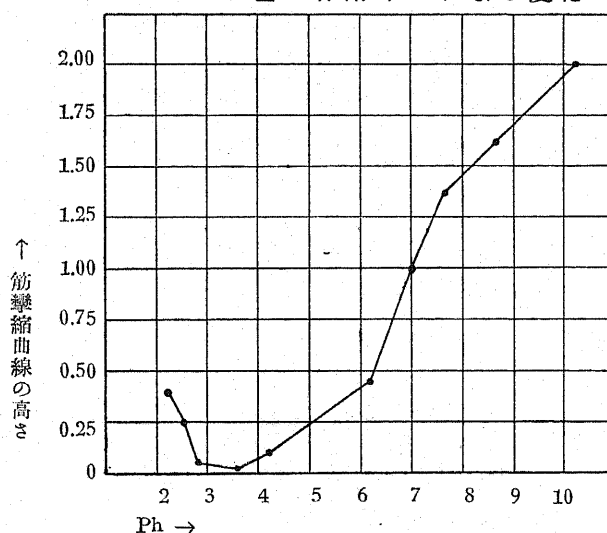
先づニコチン鹽基溶液の作用が、其の溶液の反應をアルカリ性に傾ける時如何に變化するかを知る爲に、次の實驗を行った。之の目的の爲めには、ニコチンの作用が充分あらはれ、且つ其の溶液の反應が中性なることが最も都合がよいので、私は  $\frac{M}{50000}$  のニコチン鹽基溶液 (Ph 7.0) を用ひた。而して別に重炭酸ナトリウム或は調節液を加へて種々の Ph を有する  $\frac{M}{50000}$  のニコチン鹽基溶液を作り、比較實驗を試みた。其の結果は次の如くである。即ち第4及び第5圖に見る如く、ニコチンの作用は溶液の Ph の増加するにつれて徐々に増強し、Ph 9.5 以上の溶液になると著しく増強する (第4, 5圖参照)。

次に  $\frac{M}{50000}$  のニコチン鹽基溶液に鹽酸を加へて、其の溶液の反應を酸性に傾けて行くと、第6-9圖に見る如く、筋攣縮は溶液の Ph が減少するに從つて、著しく減弱し、Ph 3.5 附近にて極小となる。溶液の Ph が更に減じて Ph 3.0 になると、筋攣縮は再び増強し初め、Ph 2.4 に至ると著しき増強を示す。以上の現象は鹽酸の代りに調節液を用ひても同一となる (第6, 7, 8, 9圖参照)。

今筋を  $\frac{M}{50000}$  のニコチン鹽基溶液 (Ph 7.0) に浸してより2分後に於ける筋攣縮の高さを1.0として、Ph を異にする他の同一モルのニコチン鹽基溶液による2分後の攣縮の高さをあら

第 1 圖

ニコチン鹽基の作用の Ph による變化



はせば、第1圖の如き曲線を得る。之の曲線は即ち Ph の變化によるニコチン鹽基溶液の作用の變化を示すものである (第1圖参照)。

### 3. ニコチン鹽溶液

$\frac{M}{50000}$  の鹽酸ニコチン溶液 (Ph 5.2) に更に鹽酸を添加して、其の溶液の反應を酸性に傾ける時は、其の溶液の Ph が減少するにつれて溶液の作用は著しく減弱し、Ph 3.5 附近にて極小となる。この關係はニコチン鹽基に酸を加へたる時と全く同様である。

次に、酒石酸ニコチンの  $\frac{M}{10000}$  溶液 (Ph 4.0) に重炭酸ナトリウムを加へると、溶液の Ph が増加するにつれて、その作用は著しく増強し、Ph 7.0 に於ては  $\frac{M}{10000}$  のニコチン鹽基溶液 (Ph 7.0) の作用と殆ど同一となる (第10圖参照)。

### 4. ニコチン鹽基とニコチン鹽溶液との比較

同一モル溶液のニコチン鹽基、鹽酸ニコチン、及び酒石酸ニコチンの作用を比較して見ると、ニコチン鹽基の作用は後兩者の作用よりも著しく強きことを知る。この實驗は  $\frac{M}{10000}$ 、 $\frac{M}{50000}$  及び  $\frac{M}{100000}$  各液に於て行つた。然し濃度の減少につれて作用の強度の差は小となる。

次にニコチン鹽基1分子に對し、酒石酸2分子の割合に結合せる酒石酸ニコチンの  $\frac{M}{10000}$  (Ph 4.0) の作用と酒石酸を1分子の割合に加へたる酒石酸ニコチン  $\frac{M}{10000}$  溶液 (Ph 5.7) の作用とを比較する時は、前者は後者より其の作用著しく弱し。

次に、鹽酸鹽と酒石酸鹽との作用の強さを  $\frac{M}{10000}$  溶液にて比較すれば、鹽酸2分子を結合せるもの (Ph 5.2) は酒石酸2分子を結合せるもの (Ph 4.0) より其の作用著しく強く、酒石酸1分子の割合に結合せるもの (Ph 5.7) とは其の作用略々相等しきも、鹽酸鹽の方やゝ弱きが如し (第11, 12, 13, 14圖参照)。

### 5. 酸及びアルカリの影響

#### a. 筋 攣 縮

先づ重炭酸ナトリウムを含めぬリングル液に、鹽酸を加へて漸次酸度を高めて行くと、筋は Ph 3.0 に至り初めて極めて緩慢なる攣縮を起し、溶液の Ph が更に減するにつれて益々攣縮は増強す。

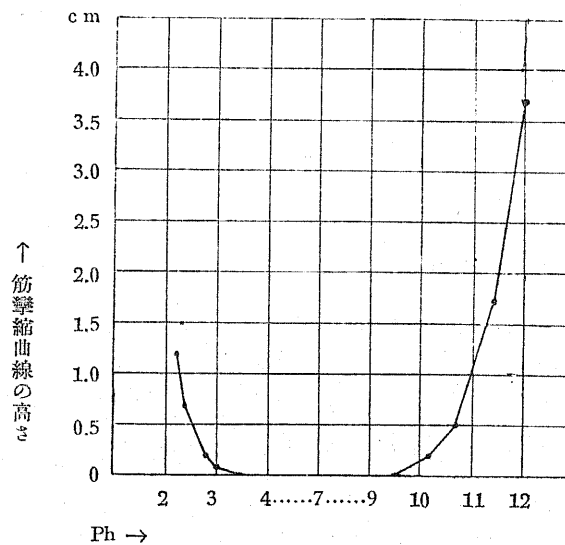
次に、調節液を用ひてリングル液のアルカリ性を高めると、溶液の Ph 10.2 に於て初めて、筋は極めて緩慢なる攣縮を起し、同時に又纖維性攣縮をも起す。之れより Ph が増すにつれて、筋攣縮は益々増強す。

即ちアルカリ性リングル液は Ph 10.2 に於て、酸性リングル液は Ph 3.0 に於て、初めて緩慢なる攣縮を起すことを知る (第15, 16, 17, 18圖参照)。

今 Ph を異にするリングル液を作り、其の各に筋を浸し、2分後に於ける攣縮の高さを測定すれば第2圖に示す如くなる (第2圖参照)。

## 第 2 圖

酸及びアルカリの筋に對する作用



## b. 筋興奮性

Ph 3.5 になるやうに塩酸を加へたるリンゲル液に、直腹筋を浸して、筋に直接電氣的刺激を試みたるに、5 分以内に於ては筋の興奮性は殆ど變化なきを認める。又 Ph 8.5 のアルカリ性リンゲル液に於ても亦同様に筋の興奮性は變化することがない。

## c. 神經末梢興奮性

坐骨神經と腓腸筋との神經筋標本を用ひ、筋を Ph 3.5 なるリンゲル液に浸し、その神經を電氣的に刺激しても、5 分以内にては筋攣縮の高さには變化を認めず。又 Ph 8.5 なるリンゲル液に於ても、同様の結果を得た。

即ち Ph 3.5-8.5 のリンゲル液は神經末梢興奮性を短時間にては殆ど傷害しないことが解る。

## 6. ニコチン鹽基及びニコチン鹽の表面張力

次に私は Traube の Stalagmometer を用ゐて、ニコチン鹽基及びニコチン鹽の表面張力を測定し、之を比較して見た。其の結果は次の如くである。即ち  $\frac{M}{100}$  溶液に於ては、ニコチンの表面張力は最も小さく、塩酸ニコチン之に次ぎ、酒石酸ニコチンの表面張力が最も大である。然し  $\frac{M}{1000}$  及び私が實驗に使用したる  $\frac{M}{10000}$ ,  $\frac{M}{50000}$  溶液に於ては、之等 3 種溶液の間には殆ど表面張力の差違を認めぬ。

但しこゝに用ひたるニコチン鹽は何れもニコチン 1 分子に對し、2 分子の酸を含めるもの

である。(第1表参照)又 $\frac{M}{50000}$ のニコチン塩基溶液に酸或はアルカリを加へて、Phを3.5-8.5に變化させても、表面張力には殆ど變化を見ない。

第 1 表

| 薬 物     | 滴 数      |           | 表 面 張 力  |           |
|---------|----------|-----------|----------|-----------|
|         | M<br>100 | M<br>1000 | M<br>100 | M<br>1000 |
| ニコチン    | 44.93    | 37.26     | 0.830    | 0.999     |
| 塩酸ニコチン  | 43.44    | 37.20     | 0.859    | 1.001     |
| 酒石酸ニコチン | 37.35    | 37.19     | 0.998    | 1.001     |
| 蒸溜水     | 37.19    | 37.19     |          |           |

## 總 括

1. ニコチン塩基溶液に就きて檢すれば、ニコチンの濃度大なる程、筋攣縮は益々急速に起り、且つ其の高さを増す。従つてこの筋攣縮曲線の高さ並にその起り方の緩急によりて、ニコチン作用の強度を推定し得る。

2. ニコチン塩基及びニコチン塩溶液の作用は、その溶液のPhによりて著しく變化する。即ち酸添加によりPhが約3.5になる迄は漸次減弱し、Phが3.0以下になると再び増強し初める。又アルカリ添加によりPhが増大すれば、それに比例して作用は益々増強する。

3. 同一モル溶液のニコチン塩基とニコチン塩の作用を比較すると、ニコチン塩基の作用は、後者よりも遙に強い。而して其の作用の差違は溶液のPhの差違に基くものと考へられる。

4. ニコチン塩基1分子に對して酸を1分子の割合に結合させたるものゝ作用は、酸を2分子の割合に結合させたるものゝ作用より著しく強い。而してその作用の差違も亦Phの變化に基くものと思はれる。

5. 塩酸2分子を含むニコチンと酒石酸1分子を含むニコチンとを比較するに、殆ど作用相等しきも、Phや、大なる酒石酸塩の方、塩酸塩よりも少しく強い。

6. リンゲル液のPhが3.0-9.5の間にある時は、筋は自發的攣縮を起すことはない。然し若しPhが3.0より減少するか、或は9.5より増加する時は筋は自發的に攣縮を惹起する。

7. 筋及び神經末梢の電氣刺激による興奮性は、Ph 3.5-8.5の間に於ては、短時間内にては殆ど侵されることはない。

8. ニコチン、塩酸ニコチン及び酒石酸ニコチンの表面張力は $\frac{M}{1000}$ 及びそれ以下の濃度に於ては殆ど相等しい。又 $\frac{M}{50000}$ ニコチン溶液の表面張力はPh 3.5-8.5の間に於ては殆ど變化しない。

## 考

## 察

ニコチンの作用が、其の溶液の Ph によりて著しく増減することは、上述の實驗成績によりて明白である。然らばこの現象は何に基因するか、其の説明は如何。之に關しては次の如き諸説がある。即ち Ph の變化に基く、

1. 筋及び神經興奮性の變化。2. 藥物の組織内擴散度の變化。3. 表面張力の變化。

4. アルカロイド塩の水解度の變化。5. アルカロイド電離度の變化。

等によりて説明しやうとして居る。今各項に就いて、考察を試みやう。

1. 筋及び神經の興奮性が、其の營養液の Ph によりて變化することは、先進學者によりて證明せられて居る。然し斯の如き變化を惹起せしめるには、筋に一定濃度以上の酸或はアルカリ溶液を一定時間以上作用せしめることが必要である。私の實驗によると、溶液の Ph が 3.5-8.5 の間に於ては、5 分以内では、筋及び神經の興奮性は殆ど變化を受けて居らぬ。而してニコチン作用は、既にこの範圍内に於ても、Ph の増加につれて著明に增強して居る。故に Ph 3.5-8.5 の間に於けるニコチン作用の増減が酸或はアルカリの筋若くは神經に對する直接作用に基くものとは認められぬ。但し Ph 3.0 以下の酸性溶液及び Ph 9.5 以上のアルカリ性溶液に於て、筋肉が自發的收縮を起すことは、實驗に示す通りである。之の現象は營養液の酸或はアルカリ自身の作用によることは明である。従つてニコチン溶液の Ph が 3.0 以下に減するか、或ひは 9.5 以上になる時、ニコチン作用の增強するは、溶液中の酸或はアルカリ自身の作用に基くものである。尙第 1 圖と第 2 圖とを比較すれば、更にこの點を明瞭にすることが出来る。

2. 筋がアルカリによりて潤張することは、既に古くより認められて居り、更に神經がアルカリによりて潤張することは最近 Broemser によりて證明された。長崎も亦驀の坐骨神經に於て、アルカリが著しく神經の潤張を起すことを秤量法によりて證明した。長崎は更に斯の如く潤張せる神經組織内に於ては、色素の擴散が速に行はれることを證明して、アルカリによる局所麻醉劑の作用增強の一因子として、この組織潤張を指摘して居る。私の實驗に於けるニコチン作用のアルカリによる增強も亦 1 部分は斯の如き組織變化に基因する事も可能であらう。

3. Traube はアルカロイド溶液にアルカリを加へると、溶液の表面張力が低下することを證明し、而して其の爲にアルカロイドの組織内浸入が容易となりて、作用の增強を來すものとなして居る。私の實驗によると、ニコチン塩基溶液の表面張力がニコチン鹽溶液の表面張力よりも小なることは、 $\frac{M}{100}$  溶液に於て證明するを得た。 $\frac{M}{1000}$  溶液に於ても亦上述の如き傾向を僅に認むることを得た。然し私が通常實驗に使用した  $\frac{M}{10000}$ 、 $\frac{M}{50000}$  溶液に於ては既に表面

張力の變化を證明することは出来なかつた。尙  $\frac{M}{50000}$  のニコチン塩基溶液の表面張力は、Ph 3.5-8.5の間に於ては、殆ど相等しいことを知つた。

従つて表面張力低下によりて、Ph のニコチン作用に及ぼす影響を説明することは出来ぬ。

4. Gros はコカイン屬アルカロイド中性塩の局所麻醉作用がアルカリ添加によりて増強する事實を認めた。而して其の説明として、アルカロイド塩基はアルカロイド塩よりも作用強く、アルカロイド塩溶液にアルカリを添加する時は、塩の加水分解が助長されて、溶液中に多量の遊離塩基を成生するに基くものとして居る。私の實驗に於てもニコチン塩溶液にアルカリを添加して Ph を大にする時、ニコチン作用の増強する事實は Gros の説を以て説明することが出来る。然しニコチン塩基の溶液にアルカリを添加して Ph を大にする時、其の作用が更に増強するの機轉に關しては、Gros の説を以て説明することは出来ぬ。何となればニコチン塩基溶液にありてはニコチンは既に全部遊離の状態にて存在するが故に、更にアルカリを加へても其の作用は常に等しかるべき筈である。

5. アルカロイド塩基溶液に於て、不解離のアルカロイド塩基を BOH, 解離して居るアルカロイドイオンを B, 解離度を K, 其の溶液中に存在するアルカロイドの總量即ち BOH+B. を G, 水の解離度を Kw とすれば、質量作用法則によりて次の式を得る。

$$\frac{[\text{BOH}]}{[\text{B}]} = \frac{[\text{OH}]}{K}$$

$$\text{従つて } \frac{[\text{BOH}]}{[\text{G}]} = \frac{[\text{OH}]}{K + [\text{OH}]}$$

$$K_w = [\text{OH}] [\text{H}] \text{ なるにより}$$

$$\alpha = \frac{[\text{BOH}]}{[\text{G}]} = \frac{K_w}{[\text{H}] \cdot K + K_w} \dots (1)$$

即ち (1) 式によれば、溶液中の [BOH] は [H] が減少すれば増加し、[H] が増大すれば減少する。Kolthoff によれば、ニコチンにては  $K=6.9 \times 10^{-7}$ , Michaelis によると 18°C に於ける  $K_w = 0.74 \cdot 10^{-14}$  なるにより、之を (1) 式に代入すると  $\alpha$  の價は第 2 表の如くなる。

第 2 表

| Ph       | 4.0    | 5.0    | 6.0    | 7.0    | 8.0    | 9.0    |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $\alpha$ | 0.0001 | 0.0011 | 0.0106 | 0.0969 | 0.5175 | 0.9147 |

即ちニコチン塩基溶液に於ては、Ph 4.0 では不解離の鹽基は極めて少く、全量の約  $\frac{1}{10,000}$  に過ぎぬ。それより Ph が増すにつれて、不解離の鹽基の量は漸次増加し、Ph 7.0 に於ては約  $\frac{1}{10}$ , Ph 8.0 では約  $\frac{1}{2}$ , Ph 9.0 に於ては約 1.0 で殆ど全部不解離の状態にて存在する。之によると Ph 4.0-9.0 の間に於ては  $\alpha$  の價は Ph の増加するに従つて増加して居る。今之と第 1 圖のニコチン



作用の強さを比較すると、兩者は互に比例して居ることを認めねばならぬ。故にこの事實よりして、ニコチン溶液の作用は、主として其の中に存在する不解離塩基の量に比例すると云ひ得る。従つてニコチン塩基の作用がアルカリ添加によりて増強することは、この不解離のニコチン塩基の量の増加によりて説明することが出来る。

## 結

## 論

ニコチン溶液の作用は、其の  $\text{Ph}$  が大なる程強力である。而して其の強さは不解離のニコチン塩基の量に比例する。故にニコチンの作用は恐らくは不解離の遊離ニコチン塩基  $[\text{BOH}]$  に基くものにしてニコチン塩若くは電離したるニコチン  $\text{B}^+$  には特異の作用は殆どないものと思はれる。

稿を終るに臨み、御懇篤なる御指導と御校閲とを賜はりし、恩師福田教授に衷心より感謝の意を表す。

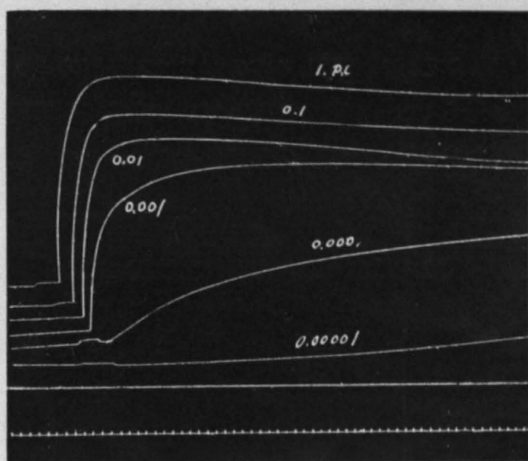
## 文 献

- Broemser**, Zeitschr. f. Biol. Bd. 83, s. 355 u. Bd. 74, s. 49. **Gros**, Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. 62, s. 380, 63, s. 80. 67, s. 133. **Kolthoff**, Biochem. Zeitschr. Bd. 162, s. 289. **Loeb, J.**, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 56, s. 270. **Michaelis**, Die Wasserstoffionenkonzentration, 2. Aufl. **長崎**, 千葉醫學會雜誌. 第6卷. 第4號. 623頁. **小笠原**, 醫學中央雜誌. 第20卷. 第393號. 1283頁. **Overton**, Studien über d. Narkose. **Régulier et David**, C. R. de la Soc. de Biol. T. 93, P. 936. **Richard Labes**, Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. 146, s. 44. **Schwenker**, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 157, s. 371. **Symes a. Veley**, Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. 67, s. 126. **館**, 大阪醫學會雜誌. 第22卷. 第12號. 415頁. **Traube**, Biochem. Zeitschr. Bd. 42, s. 470.

## 雨宮論文附圖

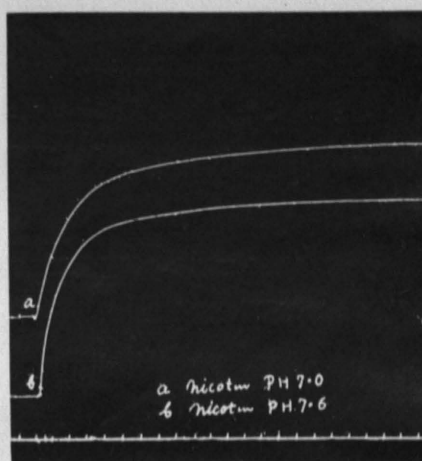
## 第 3 圖

1%と 0.1%.....同一蛙の直腹筋  
 0.01%と 0.001%....."  
 0.0001%と0.00001%....."



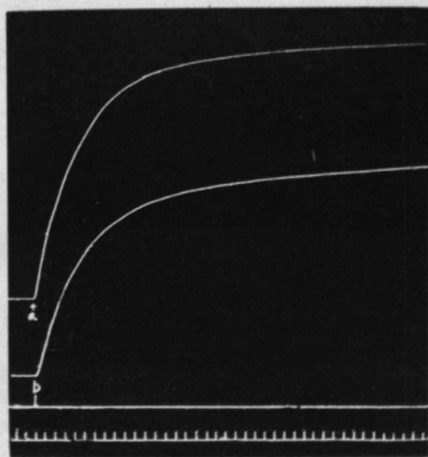
## 第 4 圖

a. ニコチン鹽基  $\frac{M}{50,000}$  Ph 7.0 時20"  
 b. ニコチン鹽基  $\frac{M}{10,000}$  Ph 7.6



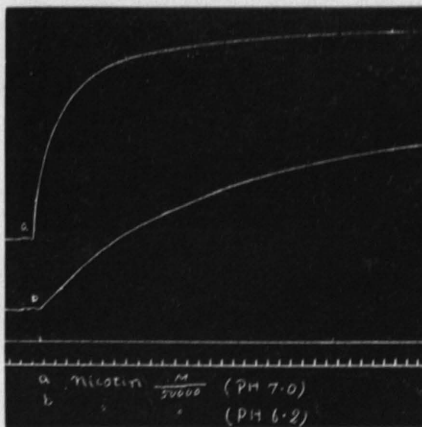
## 第 5 圖

a. ニコチン鹽基  $\frac{M}{50,000}$  Ph 10.2 時15"  
 b. ニコチン鹽基  $\frac{M}{50,000}$  Ph 8.4



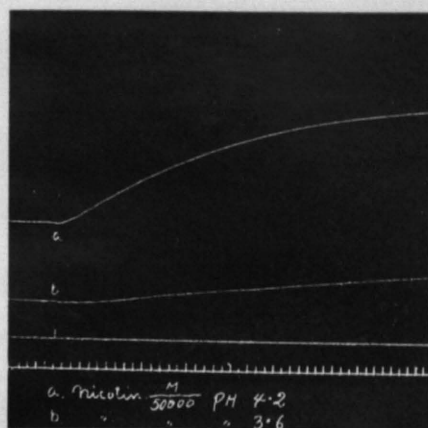
## 第 6 圖

a. ニコチン鹽基  $\frac{M}{50,000}$  Ph 7.0 時15"  
 b. ニコチン鹽基  $\frac{M}{50,000}$  Ph 6.2



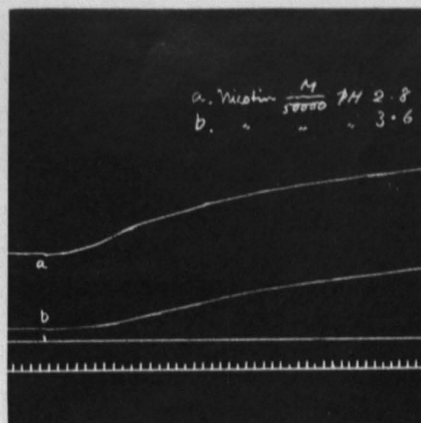
第 7 圖

- a. ニコチン鹽基  $\frac{M}{50,000}$  Ph 4.3 時15"
- b. ニコチン鹽基  $\frac{M}{50,000}$  Ph 3.6



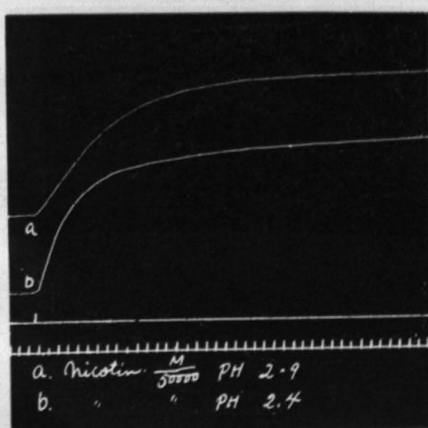
第 8 圖

- a. ニコチン鹽基  $\frac{M}{50,000}$  Ph 2.8 時15"
- b. ニコチン鹽基  $\frac{M}{50,000}$  Ph 3.6



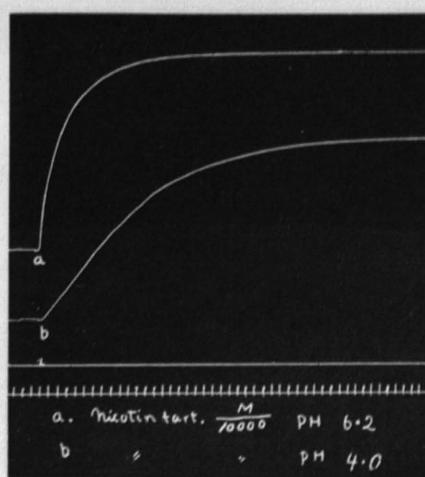
第 9 圖

- a. ニコチン鹽基  $\frac{M}{50,000}$  Ph 2.9 時15"
- b. ニコチン鹽基  $\frac{M}{50,000}$  Ph 2.4



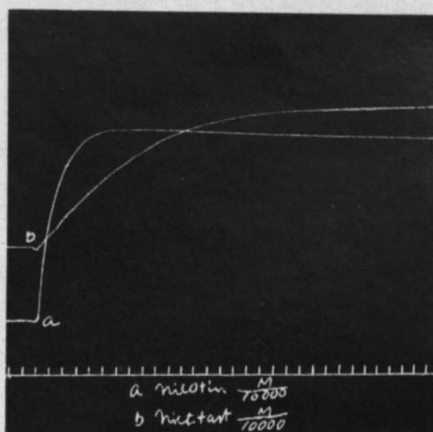
第 10 圖

- a. 酒石酸ニコチン  $\frac{M}{10,000}$  Ph 6.2 時15"
- b. 酒石酸ニコチン  $\frac{M}{10,000}$  Ph 4.0



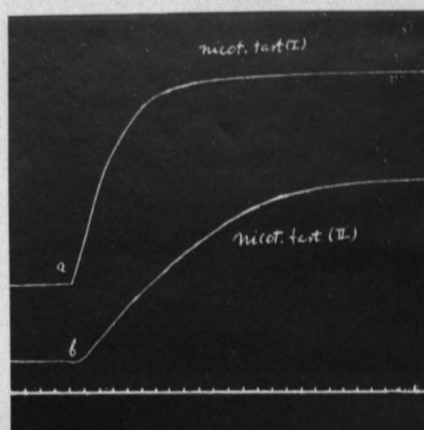
第 11 圖

- a. ニコチン鹽基  $\frac{M}{10,000}$  時15"
- b. 酒石酸ニコチン(2分子)  $\frac{M}{10,000}$



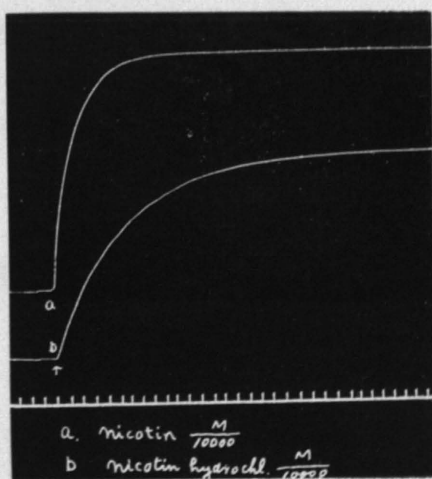
第 12 圖

- a. 酒石酸ニコチン(酒石酸 1 分子) 時15"
- b. 酒石酸ニコチン(酒石酸 2 分子)



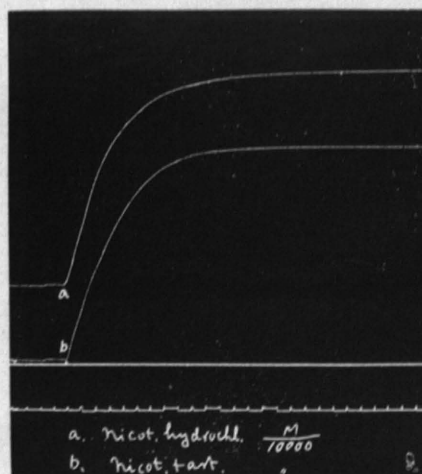
第 13 圖

- a. ニコチン鹽基  $\frac{M}{10,000}$  時15"
- b. 鹽酸ニコチン  $\frac{M}{10,000}$



第 14 圖

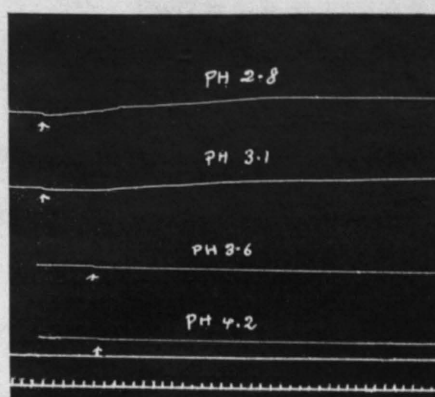
- a. 鹽酸ニコチン  $\frac{M}{10,000}$  時15"
- b. 酒石酸ニコチン(酒石酸 1 分子)  $\frac{M}{10,000}$





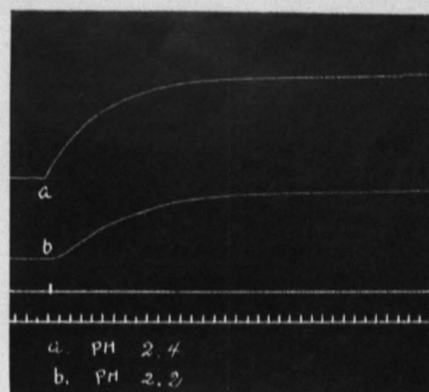
第 15 圖

酸性リンドル液の作用  
(Ph 4.2-2.8)



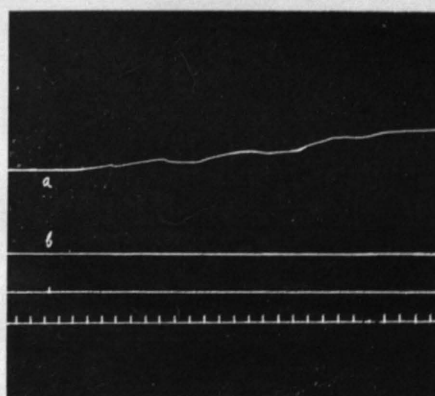
第 16 圖

a. リンドル液 Ph 2.4  
b. リンドル液 Ph 2.2



第 17 圖

a. リンドル液 Ph 10.2  
b. リンドル液 Ph 9.5



第 18 圖

a. リンドル液 Ph 11.4  
b. リンドル液 Ph 10.7

