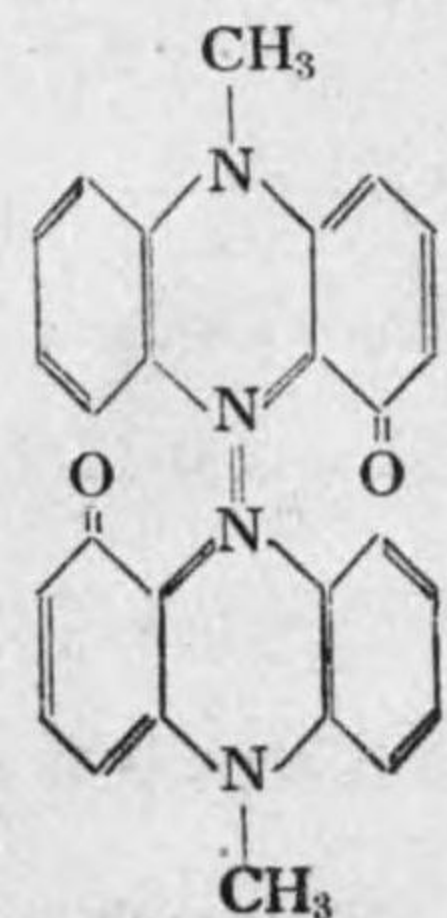


者 Cytochrom Keilin は細胞内主呼吸系は脱水素化酵素, 被酸化物, Cytochrom, 酸化酵素, 分子性酸素より構成せらるる説けり. Cytochrom は好氣性細菌, 酵母, 高等植物及び動物内到處に分布する細胞内色素にして Hem より誘導せられ a, b, c の三種を區別す. 其内 b は自家酸化性物質なるも a 及 c は Indophenol-酸化酵素 (即 Dimethylparapheny-lendiamin 鹽化物を  $\alpha$ -Naphthol よりなる Nadi-試薬を Indophenol-青に酸化する酵素) の爲めに酸化せらる. 従つて此酵素の作用を障碍する KCN, H<sub>2</sub>S, CO, Aceton, Alcohol, 熱等は Cytochrom の酸化を阻止す. 酸化型 Cytochrom は被酸化性有機物質が細胞内にて脱水素酵素により賦活せらるる際水素受容液となりて還元せらる. 従つて是等の脱水素化酵素の作用を障碍する冷温 (-2° 以下), 熱 (52°C 以上), 麻醉劑 (Alcohol, Ethyl-urethan 等) は酸化型 Cytochrom の還元を阻止す. 三者の中 a は虧恒性最も大に, b 之に次ぎ, c は熱其他に對し比較的安定なり. b は自家酸化性を有する爲め酸化酵素の關與するこなく水素寄與質を分子性酸素の間に水素運輸質として作用す. 遊離の Hem 及 Hemochromogen も亦 Cytochrom b と同様の作用を呈す. 是等 b, Hem, Hemochromogen は又恐らく直接に酸化作用を促進するこを得るもの如し.

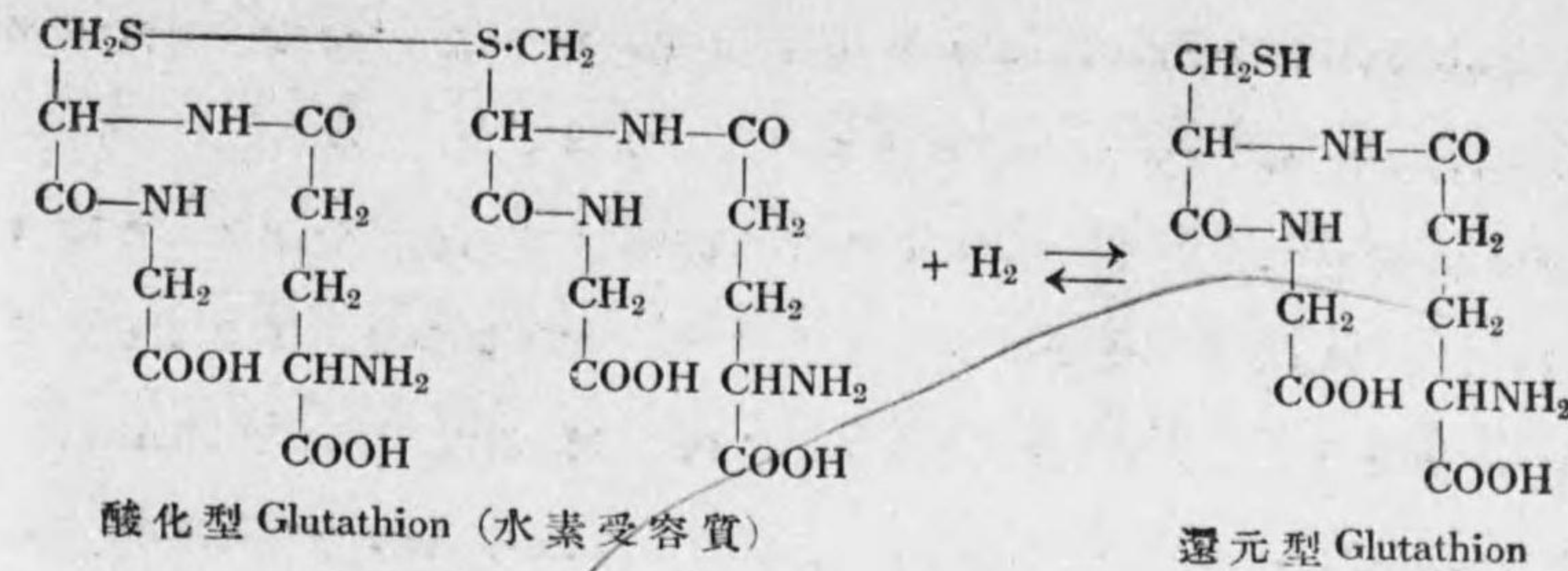
Ascorbin-酸 汎く動植物界に存し酸素の存在にて酸素の爲めに酸化せられ



此際發生したるものは Glutathion 及他の水素寄與質によりて再び還元せらる.

**Pyocyanin (Methyloxyphenazin).** Bacillus Pyocyaneus の生成する色素にして水に僅かに溶解し強き青色を呈す. 酸を加ふれば赤色の鹽を作る.

**Glutathion** 細胞内到處に存在す.



之よりも還元電壓強きものによりて還元せられ, 含鐵酸素賦活系によりて酸化せらる.

「即ち細胞内には被酸化物中の水素を賦活し之を脱離せしむる酵素 (Dehydrogenase), 水素の脱離を完からしむる水素受容質 (水素運輸質) 及び直接並びに間接に脱離したる水素を酸素との結合を容易ならしむる酸素賦活系 (添酸素酵素) を具備するものなるこを知るべし。」

**Warburgの黄色酸化酵素** Warburg は費酸素性細胞内より酸素賦活系以外に尙一種の水溶性黄色の酸化酵素を分離するこを得たり. 此ものは脱水素酵素系によりて還元せられて白素に變ずる色素なる Flavin を含有し, 酸素賦活系 (Pheohemin) の存在に於ては之が爲めに酸化せられて復歸するも酸素賦活系存せざる時は分子性酸素の爲めに酸化せられて色素に復活するこを得. 此酸化酵素による酸化作用は Pheohemin による酸化作用と異なり CO, KCN 等によりて障碍せらるるこなし (Warburg 等)

「從て生體細胞内にて物質が分解せらるる際第一に行はるるは脱水素酵素の作用による脱水素作用にして之と同時に水素受容質は添水素化を受く. 脱水素化を蒙りたる部分は屢々先づ加水化せらるるこあり Fumar-酸が林檎酸に變ずるが如し. 夫より更に脱水素化を蒙る. 此の如き轉移反復せられて炭素酸基發生する時は Carboxylase 之に作用して CO<sub>2</sub> を分離す.

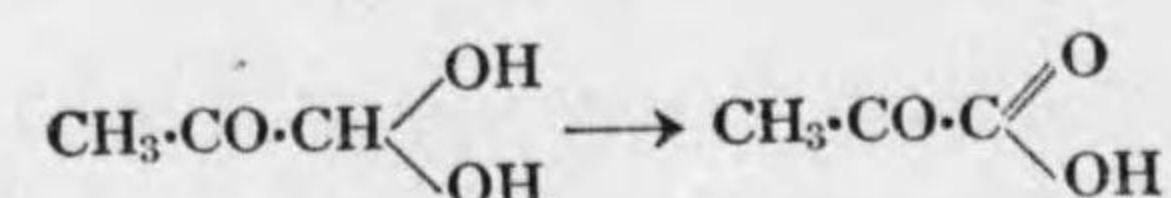
1 Warburg 等 : Bioch Z. 254, 438, [1932] 257, 492 [1933]



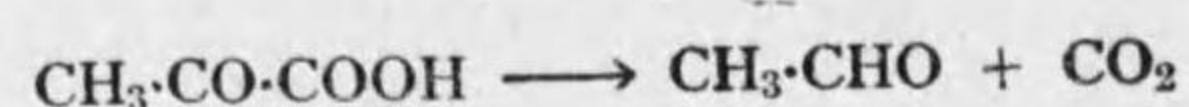
之によりて分子の一部は完全に酸化せられたるなり。之に相當し他に水素に富みたる化合物發生す之は非費酸素的<sup>1</sup>分解にては有機性水素受容質の添水素化物 (Alcohol の如し) にして、費酸素的分解にては酸素との化合物なる水なり。水の發生時には直接又は間接に含鐵酸素賦活系の完備を要し然らざれば H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 等の添加によりて初めて酸化の完成を期し得べし。

費酸素的分解時に段階的に行はるる變化を糖より分解せられて發生したる Methylglyoxal を例として擧ぐれば次の如し。

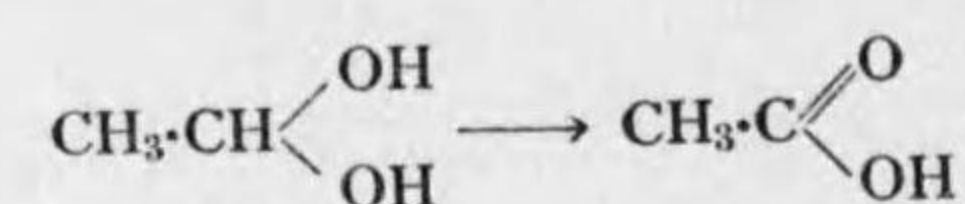
1. Methylglyoxal は水化物となりたる後脱水素化を蒙りて焦性葡萄糖酸に變ず。



2. 焦性葡萄糖酸は脱-Carboxyl-化を受け Aldehyd となる。



3. Aldehyd は水化物となりて脱水素化を受け醋酸に變ず。



4. 醋酸の二分子は脱水素酵素の作用を受け琥珀酸となること Wieland<sup>2</sup> 等によりて明かにせられたり。



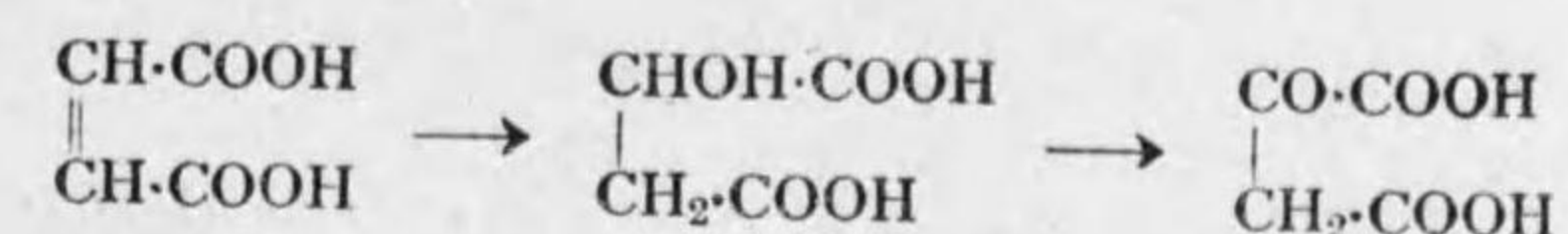
5. 琥珀酸は更に脱水素を受けて Fumar-酸となる。



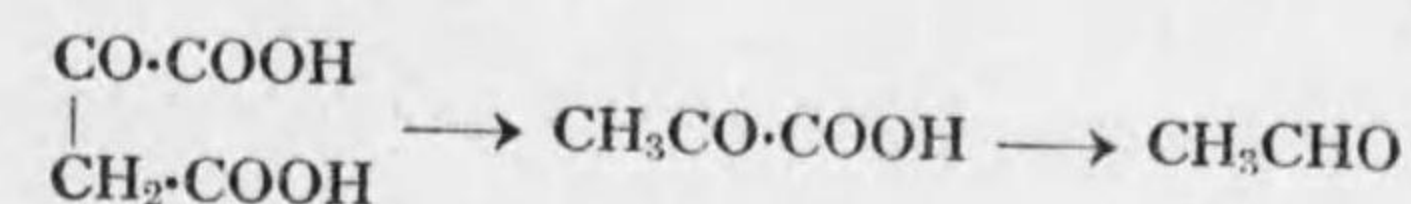
<sup>1</sup> Anoxybiontisch

<sup>2</sup> Wieland 及 Sonderhoff: Liebigs Ann. 499, 213 [1932]

6. Fumar-酸は加水化を受けて林檎酸となりたる後脱水素化を蒙り Oxal-醋酸に變ず。



7. Oxal-醋酸は脱-Carboxyl-酵素の作用を受け焦性葡萄糖酸を経て Acetaldehyd に變ず。



此の如き林檎酸 → Oxal-醋酸 → Acetaldehyd → 醋酸の變化を Wieland<sup>1</sup> は Palladium 模型にて證明するこゝを得たり。

#### 第四節 各種の酸化酵素

##### 1. Alcohol-脱水素酵素

動物細胞及び細菌中に含まるる酵素にして酸素の存在に於て Alcohol, Propylalcohol, Methylalcohol, Glycol, Benzylalcohol, Saligenin 等を夫に相當する Aldehyd に酸化す。肝臓及び腎臓に多し、至適温度は約 50°。靑酸加里にて障碍せられず、酵補素として Adenosin-三磷酸を要す<sup>1</sup>。

##### 2. Xanthin-脱水素酵素

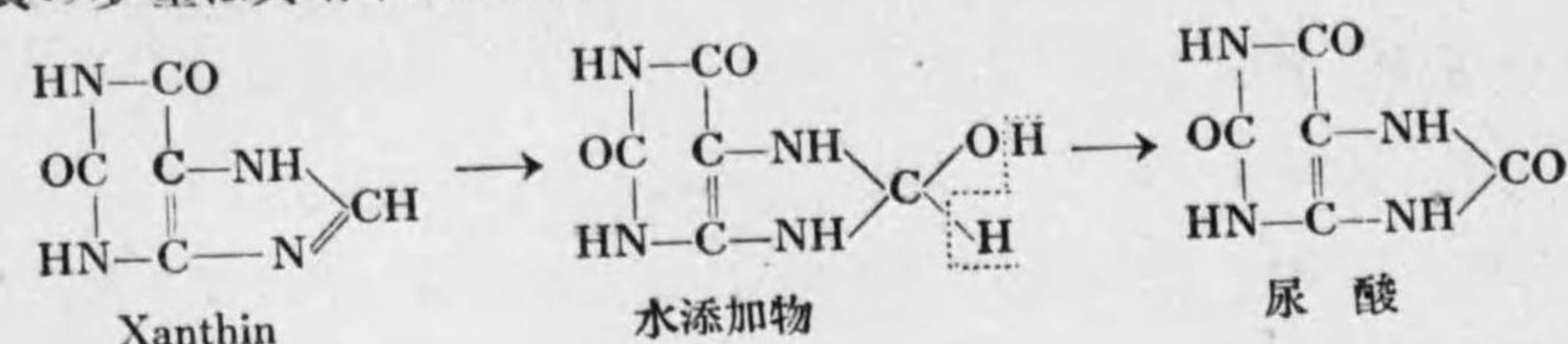
Xanthin 及び Hypoxanthin に脱水素化作用を行ふ酵素にして肝臓、肺臓、筋肉、脾臓、腸等の組織に含有せらるる外乳汁中に存在す。本酵素によりて賦活せられたる水素は Methylene-靑若くは分子性酸素によりて受容せらるるこゝを得るを以て本酵素の作用には含鐵酸素賦活系の存在を必要とせず。従つて其作用は靑化加里によりて障碍を蒙るこゝなし。分子性酸素が水素受容質となる際には H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> を發生す。

至適温度は 40°、至適酸度は約 pH 8.0 なり。酸化生成物(尿酸)及び

<sup>1</sup> Lehmann: Bioch. Z. 272, 144, [1934]



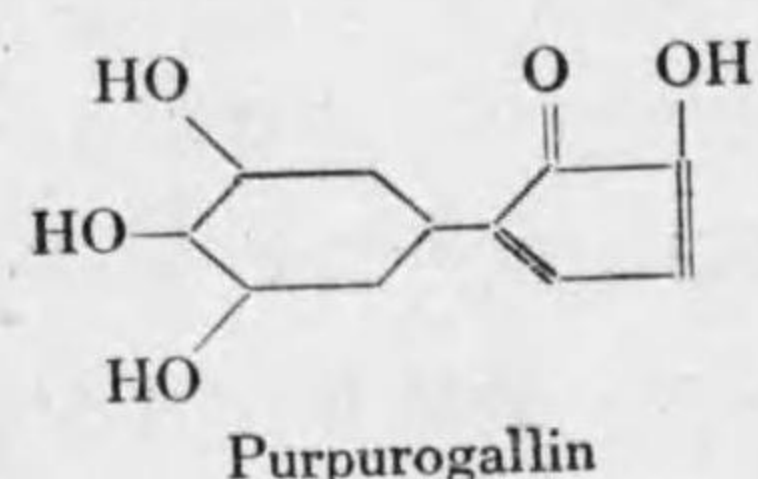
基質の多量は其作用を抑制す。



3. 過酸化酵素

既に酸素によりても徐々に酸化せらるる Polyphenol, 白色素, KI, 蟻酸等の酸化を酸素の存在に於て, 殊によく H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 若くは有機性過酸化物の存在に於て促進する酵素にして動植物組織中に廣く存在し, 一種の Porphyrin-鐵化合物よりなる。

過酸化酵素を検出し又之を定量するには普通に過酸化水素の存在に於て有機色素滴又は Phenol を酸化する作用を以てす。例へば Malachit-



青の白素化合物 (Ligroin 及 Alcohol より再結晶し純化したるもの) に作用せしめたる時發生する色素を比色法により測定し, 又 Pyrogallol に作用せしめたる時發生する

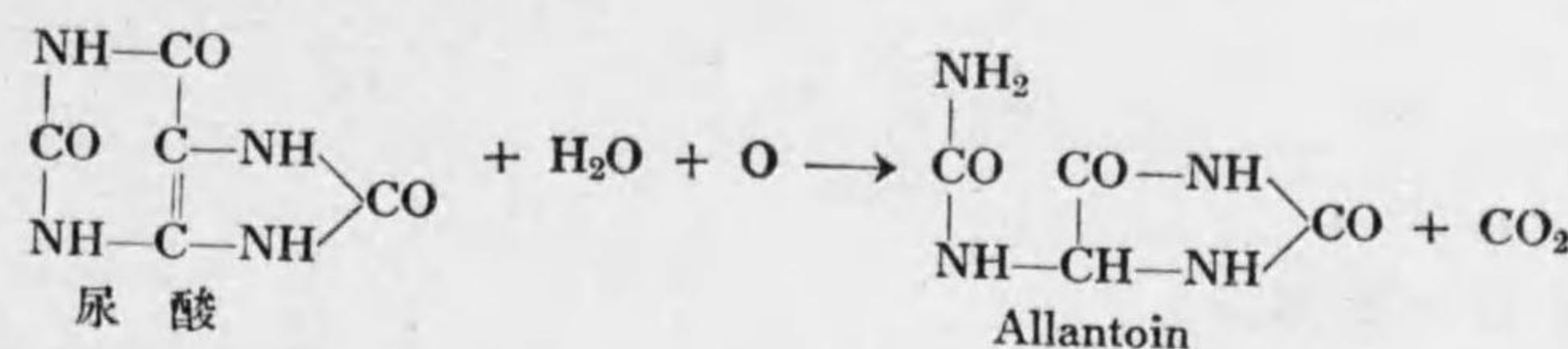
Purpurogallin を比色法により或は Ether に浸出したる後秤量して測定す。此際注意すべきは酸性反應及び濃厚の過酸化水素を避くることを要するにあり。蓋し酸性反應は酵素を破壊し, 濃度大なる過酸化水素は過酸化酵素の作用を阻止するが爲なり (Willstätter 及 Weber<sup>1)</sup>). Willstätter 及 Stoll は 5g の Pyrogallol に 50mg の過酸化水素を含有する 2l の 20° の水溶液にて 1mg の調材が 5分間に生成する Purpurogallin の mg 量を Purpurogallin-數と稱し, 1g の物質が 1 Purpurogallin-數を有するものを過酸化酵素單位と稱せり。

過酸化酵素の作用は微量の銅の添加により著しく増進し微量の KCN の添加により阻止せらる。但し一酸化炭素の影響を受くること少なし。

4. 尿酸酵素

<sup>1</sup> Willstätter 及 Weber: Annalen der Chem. 449, 175 [1926]

酸素の存在に於て尿酸を酸化し, 且之より二酸化炭素を分離せしめて Allantoin に導く酵素なり。

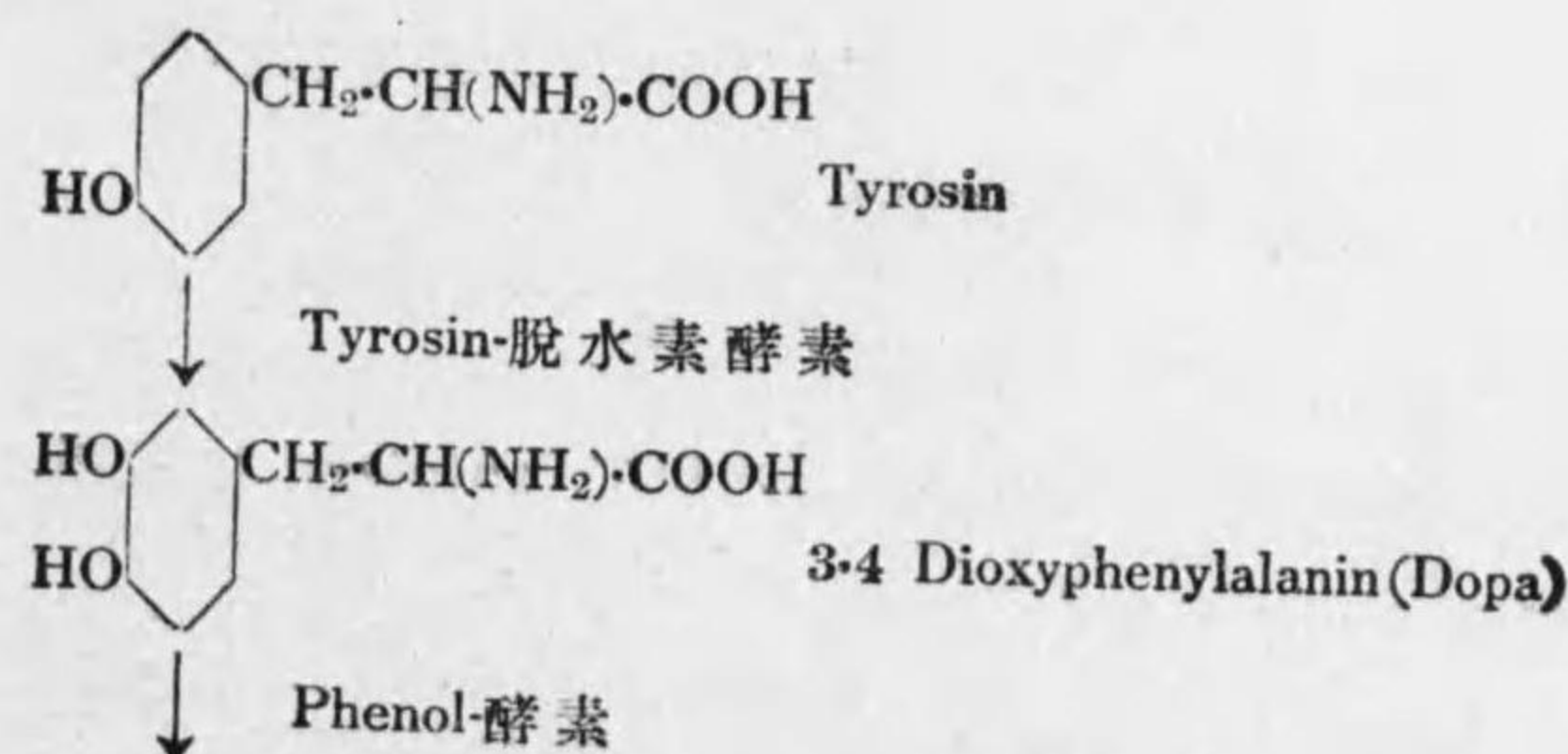


諸動物の肝臓に存し其他腎臓, 脾, 筋肉, 骨髓等に存在す。但し人體及び高等猿類の體內には尿酸酵素存在せず。

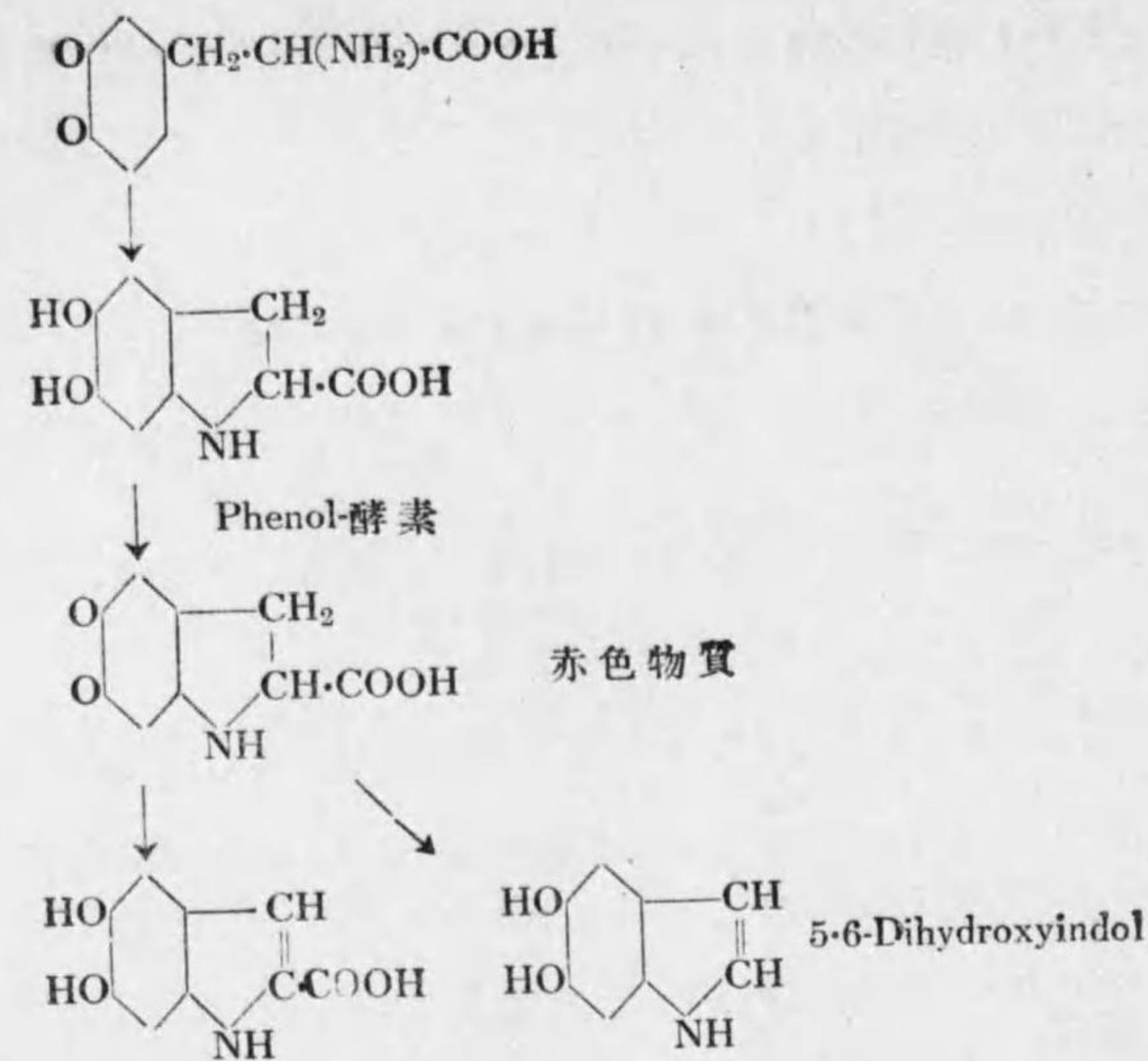
至適酸度は pH 9.3 にして pH 7.3—10.7 の範圍外にては其作用停止す。至適温度は 40° にして 60° に於て全く破壊せらる。KCN は極めて微量にても其作用を障礙す。

5. Tyrosin-酵素

Tyrosin-脱水素酵素と Phenol-酵素との混合物にして Tyrosin-脱水素酵素は水素受容質なる Chinon の存在に於て Tyrosin を脱水素化して之を Dioxypyphenylalanin に導き, Phenol-酵素は後者を更に酸素の存在に於て酸化して赤色の色素 Dihydroindol-炭素酸 5:6-Chinon とす。此赤色色素は之を室温に久しく放置せらるるか又は熱せらるる時自家還元を蒙むると同時に CO<sub>2</sub> を失ひ 5.6-Dihydroxyindol に變じ, 此ものは弱鹼性反應にて空氣に觸るる時は黒色の Melanin に變ず。此際の変化は酵素の關與を要せず。





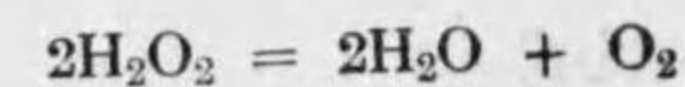


Tyrosin-脱水素酵素の作用に對し水素受容質として働くChinonは植物組織中に存する焦性-Catechin等のPolyphenol及び動物組織中のDioxy-phenylalanin等に酸化酵素(Phenol-酵素)作用する際發生す。

至適酸度はTyrosin-脱水素酵素及びPhenol-酵素の作用に對しては約pH 6.5なり。黒變の順程に於てはpH 8以上なる時速かに行はる。

#### 第四章 Katalase

Katalaseは凡て呼吸する動植物の細胞中に存在し、嫌氣性細菌に全く缺如する酵素にして過酸化水素を分解して酸素及び水に変化せしむ。一種の鐵-Porphyrin-化合物なりと思推せらる。



この際發生する酸素は分子的酸素なるを以てKatalaseは過酸化酵素と異なり酸素を賦活するこゝなく、純粹にして酸化酵素を混有せざるKatalaseはGuajak-液又はBenzidin-液を直接にも將た間接にも青變せしむるこゝなし。

Katalaseの作用を測定するには過酸化水素の分解によりて發生したる酸素の容積を測定し又は分解せずして残留したる過酸化水素を過-Mangan-酸-Kaliumにて滴定す。

Katalaseは10—50°の溫度に於てよく作用し65°の溫度に於て破壊せらる。至適酸度はpH=7, 酸は稀薄なる時に於ても尙その働を阻碍す。濃度大なる過酸化水素は容易く酵素を破壊す殊に溫度高き時に於て然り。

一酸化炭素はKatalaseと化合してCO-Katalaseを形成しKatalaseの作用を阻碍す。然れども此CO-Katalaseは405 m $\mu$ の波長の光に遇へば容易に解離するを以て再びKatalaseの作用を回復す(Califano<sup>1</sup>)

動物には血球礎質中に存在す。1 ccの血液によりて分解せらるる過酸化水素の量を1 cc血液中の血球數(單位百萬)にて除したる値をKatalase-指數と稱す。正常血液にては5.4—6.8平均6.14なり。血液以外には肝臟に最も多く筋肉及腦には少なし。

Katalaseは酸素を需要する細胞に必ず含有せられ嫌氣性細胞には存在せざるより見れば生體酸化に一定の必須なる作用を營むものなるべし。

Katalaseを精製するには酸性反應にてKaolinに吸着せしめ之より弱鹼性磷酸鹽を以て誘出する時は作用強大なる調材を得べし(Hennich<sup>2</sup>)。純粹なる酵素は蛋白質反應を呈せず(Tsuchihashi<sup>3</sup>)。

#### 第五章 醱酵素

##### 第一節 釀母醱酵素

釀母内酵素の作用によりて糖がAlcohol及び炭酸に醱酵せらるる順程は又動物體內に於ける糖代謝の状態と互に相似たる點あり。從つて釀母醱

<sup>1</sup> Califano: Naturwissenschaft 22, 249, [1934]

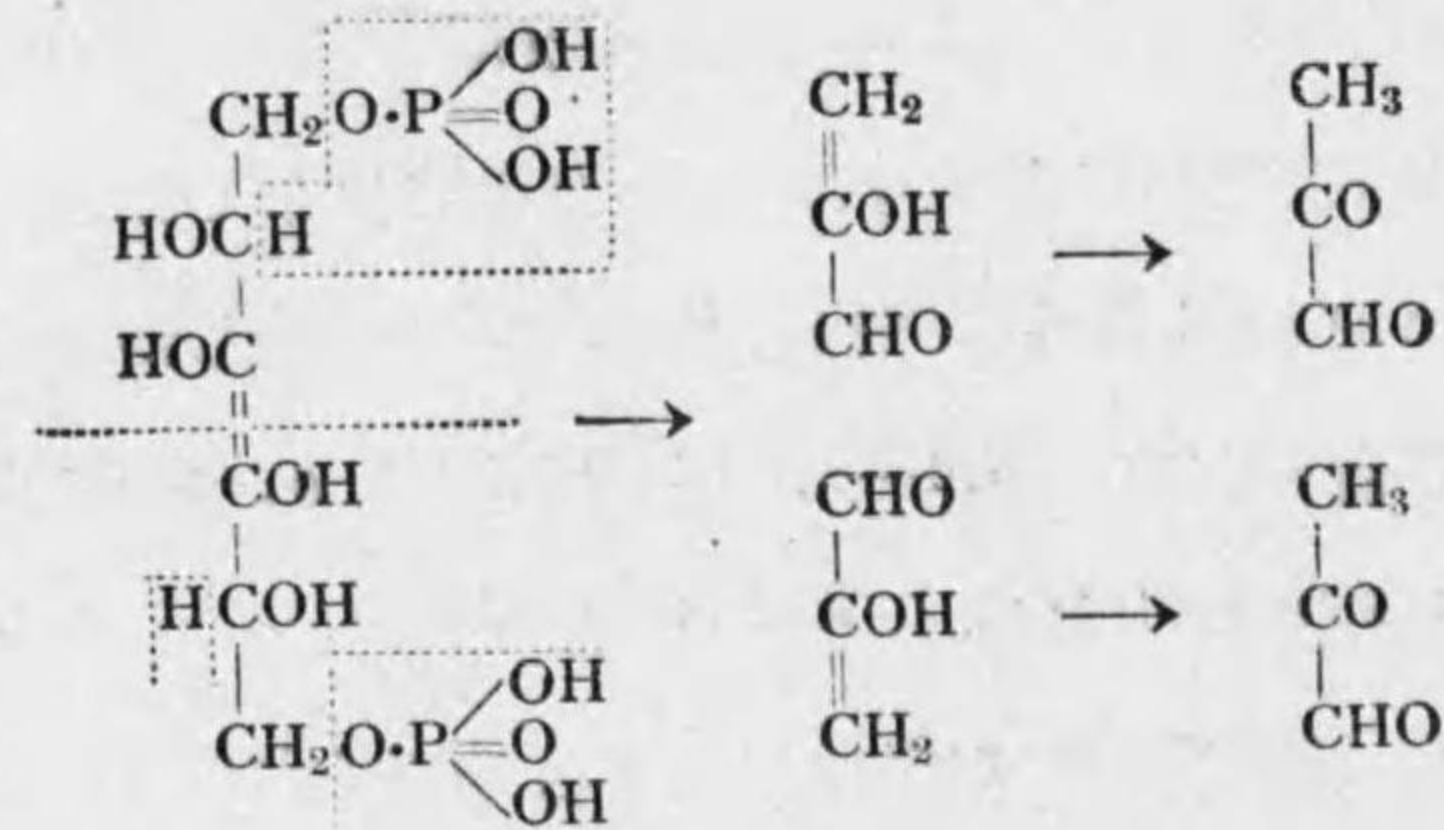
<sup>2</sup> Hennich: Bioch. Z. 145, 286 [1924] <sup>3</sup> Tsuchihashi: Bioch. Z. 140, 63 [1923]



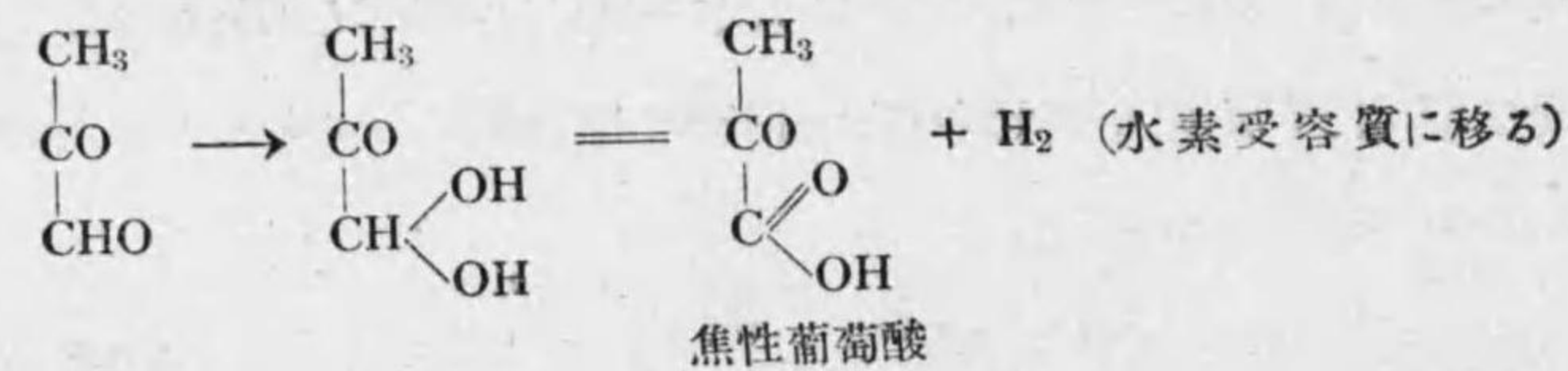
酵素の作用の機序を明かにするは生化学上重要なり。

醸母により糖が Alcohol 及 CO<sub>2</sub> に分解する際には次の如き諸變化相圖いで起るものの如し。

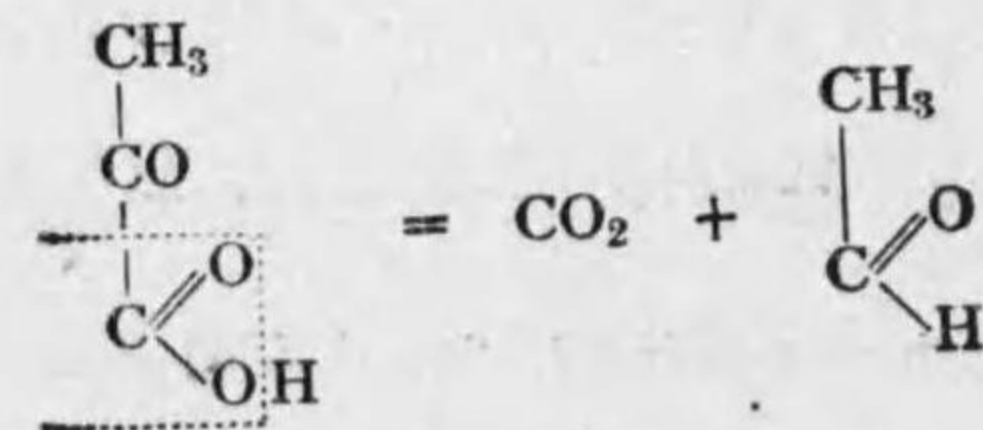
1. 糖は先づ磷酸の存在に於て之と結合して糖磷酸-Ester を形成す。此際之に對する活素を要す。
2. 糖磷酸-Ester は分解せられて二分子の Glycerinaldehyd-磷酸-Ester となり磷酸脱離と同時に Methylglyoxal を發生す。之は折糖酵素 (Glycolase) によりて營まる。



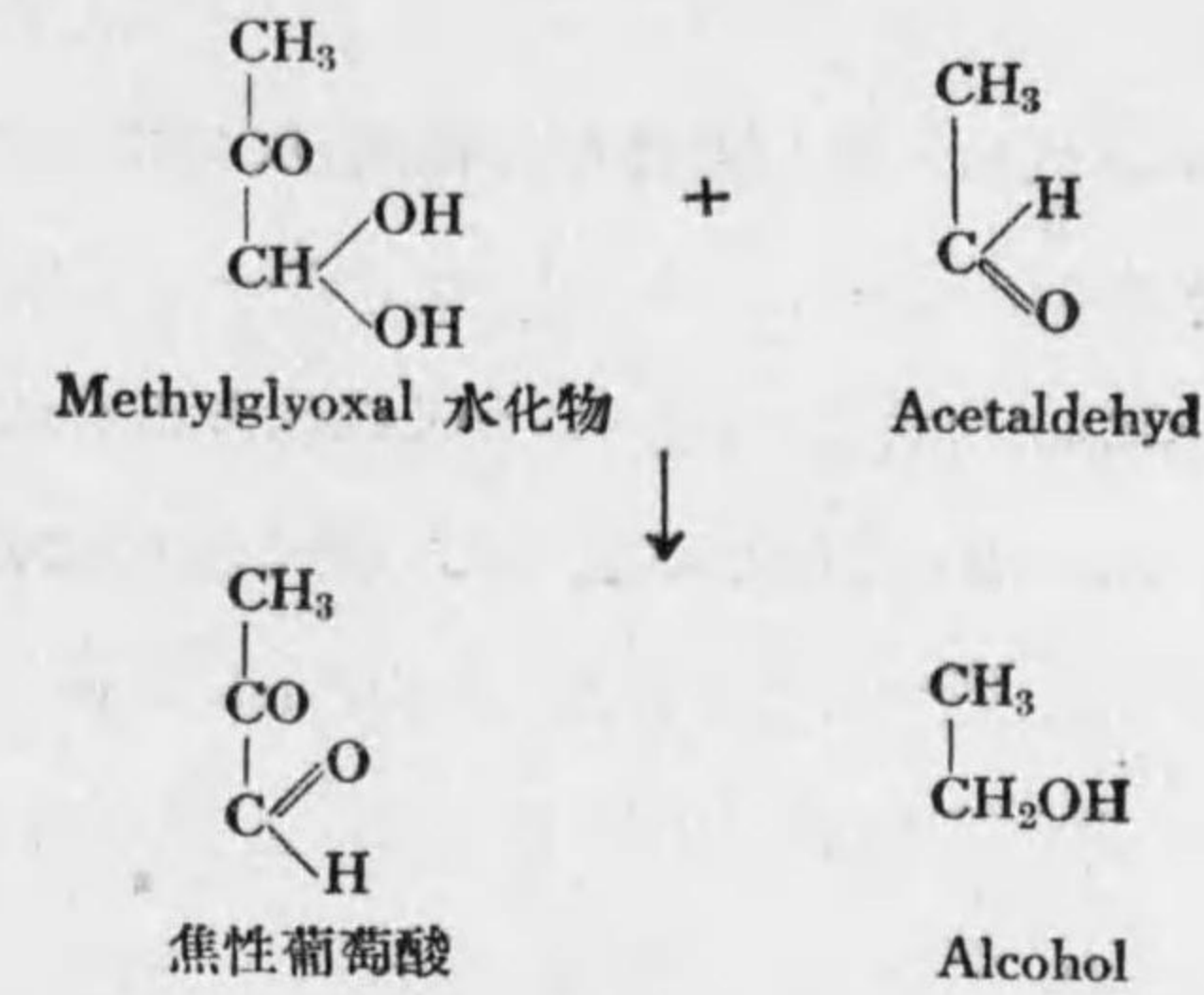
3. Methylglyoxal の水化物は脱水素化作用を蒙りて焦性葡萄糖に變ず。



4. 焦性葡萄糖は脱-Carboxyl-酵素の作用により二酸化炭素を失ひて Acetaldehyd に變ず。



5. 斯くして生じたる Acetaldehyd は Methylglyoxal の脱水素化の際水素受容質と作用して Alcohol に變ず。



以上の諸順程により終産物として CO<sub>2</sub> 及び Alcohol を發生す。

是等の化学變化を促進する醱酵素を形成するものは折糖酵素, Aldehyd-脱水素酵素, 脱-Carboxyl-酵素, 磷酸酵素等なり。尙是等醱酵素に對し少なくも次の如き三種の賦活素あり。

1. **醱酵補素** 乾燥醸母を中性若くは弱酸性の水にて浸出する時得られ、Aldehyd-脱水素酵素を賦活す。一種の Adenyl-酸なるものの如し。
2. **Magnesium** 上記浸出液中に存し磷酸酵素の作用を賦活す。
3. **脱-Carboxyl-醱酵補素** 乾燥醸母を弱鹼性溶液にて浸出する時得られ Carboxyl-酵素の作用を賦活す。

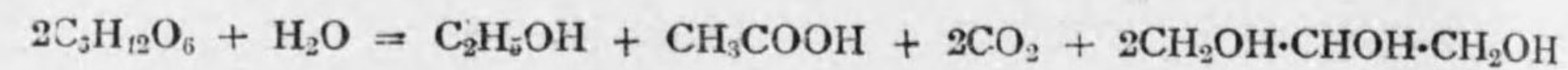
是等三種の賦活素を具備する醱酵素を Holozymase, 之より醱酵補素を缺くものを Apozymase, 凡ての賦活素を缺くものを Aetiozymase と呼ぶ人あり。尙乾燥醸母には作用せず生醸母の作用を促進する物質を分離し之を Z-要素と云ふ人あり。

**第二醱酵型 (Neuberg).** 醱酵混合液に亞硫酸滴を加へ置く時は Acetaldehyd は生成せらるるに従ひ之に結合せらるるを以て Methylglyoxal が焦性葡萄糖に變ずる際分離したる活性の水素二原子は Glycerinaldehyd に



誘致せられ Glycerin を発生す。Neuberg は之を第二醱酵型と呼べり。かくの如き方法にて工業的に Glycerin を製造するこころを得 (Connstein u. Lüdecke<sup>1)</sup>。

**第三醱酵型 (Neuberg)**。若し醱酵を弱鹼性反應に於て行はしむる時は Aldehyd-變改酵素の作用著明となり Aldehyd の一半は醋酸に酸化せらるるに同時に他の一半は Alcohol に變ず。かくの如き場合には Aldehyd は Methylglyoxal に対し最早水素受容質として働く餘裕なきにより Methylglyoxal が焦性葡萄酸に變ずる爲めに又 Glycerinaldehyd より Glycerin を発生す。Neuberg は之を第三醱酵型と稱せり。此際の化學式は



以上の第三醱酵型と第二醱酵型と同時に行はれ得る如き状態に於ては第二醱酵型の方優勢に行はれ第三醱酵型は屏息す。之れ Acetaldehyd が亞硫酸鹽と結合する作用は Acetaldehyd の變改作用より迅速に行はるるが爲なり。

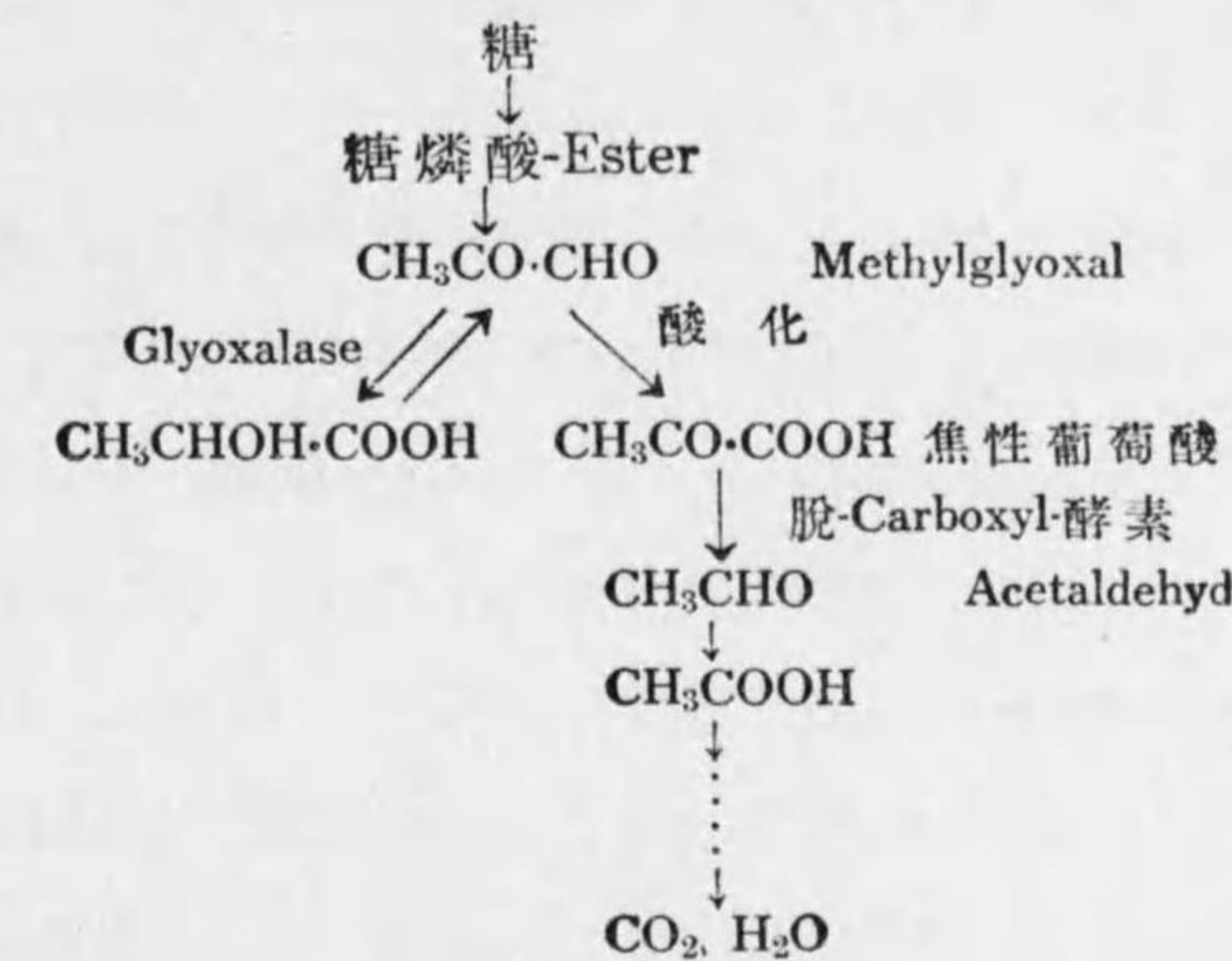
第三醱酵型は普通 Bacillus coli 等による細菌醱酵時に行はる。此際之に亞硫酸鹽を加ふれば第二醱酵型に變じ、之に反し鹼性反應を爲し置く時は第三醱酵型促進せらる。尤も此際焦性葡萄酸の内脱水素反應を蒙らざるものは乳酸に變ず。

## 第二節 解糖酵素

動物組織内にありて糖を分解する酵素團にして酸素の存在に於ては各種の酸化産物を発生し、酸素の不在時に於ては乳酸を発生す。肝臓及び筋肉に殊に其作用強し、新鮮なる赤血球及び白血球も亦此作用を呈す。相動物組織に於ける糖分解の初期變化は釀母醱酵素による變化と全く相似たり。但し Methylglyoxal は釀母醱酵素によりて Alcohol 及炭酸に

<sup>1</sup> Connstein 及 Lüdecke: Ber. Chem. Ges. 52, 1385 [1919]

分解せらるるに反し動物組織に於ては順次脱水素化作用によりて終に炭酸及び水に酸化せらるるか、若くは酸素不在時に於て乳酸に變ず。かくの如く Methylglyoxal より乳酸を発生する酵素を Glyoxalase と稱す



故に動物組織内に於て糖分解に參與するものは

1. 糖の初期分解に必要な糖酵素、磷酸酵素及酵補素等之に屬す。
2. 各種の脱水素酵素及酵補素
3. 脱-Carboxal-酵素及酵補素
4. Glyoxal-酵素及酵補素

等なり。

Glyoxal-酵素は Methylglyoxal を分子内にて酸化還元して乳酸に導く酵素にして pH 6.5—7.5 に於て最も良く作用し、其酵補素として還元型 Glutathion を要す。銅、銀、水銀は其作用を障碍し、鐵、Mangan, Nickel, Kobalt, 亞鉛、鉛は影響するこころ少なし (Lohmann<sup>1)</sup>)

<sup>1</sup> Lohmann: Bioch. Z. 254, 332 [1930]



## 第五編 細胞化學

### 第一章 細胞を構成する化學的成分

細胞内には種々の化合物が複雑なる生姿學的要素を形成して存在するが故に各種の生活現象を發揮するこゝを得。細胞内に存する化合物の種類多き程又は等の化合物の相互的排列の様相複雑なる程生活現象の發露も亦多様なる。然れども細胞内には隨時細胞外より各種の物質侵入するこゝあるにより細胞内に存する凡ての化合物を悉く細胞の主要成分と稱するこゝは難し。従つて細胞内に存する如何なる化合物が重要にして如何なる化合物が然らざるかを斷言するは困難にして其量の多少を以て之を判すべからず、又未だ其存在を確知するこゝを得ざる微量の物質にして細胞に主要なる役を演ずるものなきを保せず吾人は唯如何なる官能に對して如何なる化合物が關與するかを追究し得るに過ぎず。

多くの細胞は細胞膜によりて外界より隔てられ各種内容の組織を維持する一方、他方には細胞内至る處に蛋白質、脂質等として糖質が互に相寄りて或は化學的化合物を作り或は膠質性複合體を形成し細胞内に無数の微塊となりて存在す、微塊は其配合の如何によりて種々異なりたる状態に出現し、是等の微塊の表面には種々の化合物が或は吸着せられ或は化學的に結合せられて濃厚となり又互に相近づく機會を與へられて反應を惹起す。而も是等膠質の分散度は細胞内の酸性度及び鹽類の影響によりて著しく轉變するを以て細胞内の反應は極めて複雑なるこゝを得。

#### 第一節 細胞構成化合物の特性

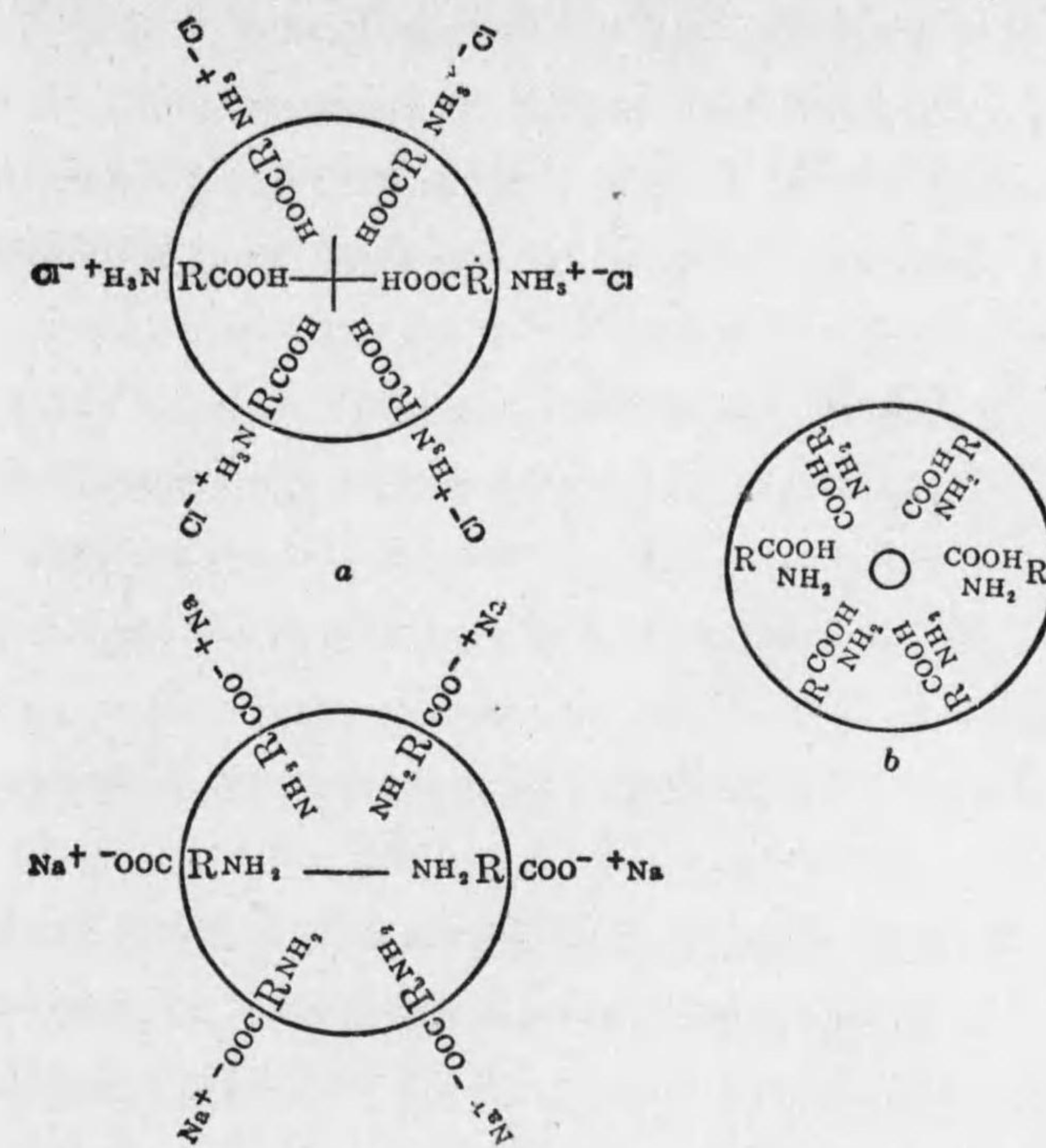
細胞の形成に與かる各種化合物は其化學的構造に従ひ細胞内にて種々



異なる性状及異なる官能を發揮す。其概要を述べれば

1. 蛋白質 各種の Amino-酸が互に Polypeptid-様に結合して發生したる蛋白質は其分子量の大きき數千乃至十數萬に上り其溶液は全く膠質性を呈す。之を構成する Amino-酸の爲めに分子中に Benzol-核, Imidazol-核, Indol-核, 水酸基, 水硫基等を有するのみならず, Diamino-酸及二炭素酸の存在により遊離-Amino-基, 並びに遊離炭素酸基を有し其構造及其性状を異にす。且つ遊離の Amino-基及び遊離の炭素酸の数の割合によりて或は酸ましての性質強く或は鹼ましての性状強し。しかも何れも酸ましても又鹼ましても作用し得る兩性化合物なり, 斯く蛋白質が遊離の Amino-基及遊離の炭素酸基を有する爲に種々の酸性又は鹼性の化合物と結合し得ることは細胞内にて各種の化合物の反應の傾向を決定するに重要な性質なり。

蛋白質の膠質性溶液は介劑の酸性度に從ひ著しく其性状を變ず。之れ蛋白質が兩性化合物にして介劑の酸性度に伴ひ其 Amino-基若くは炭素酸基を解離せしめ  $\text{RNH}_3^+|\text{Cl}^-$  若くは  $\text{RCOO}^-|\text{Na}^+$  等の Ion を發生し是等の電氣的極性簇は界面に直角の方向に嚮立し蛋白質微子の表面を陽性若くは陰性に荷電(第 5 圖に之を圖解す)する爲にして之によりて溶液の粘稠度, Alcohol 等の脱水劑に對する態度等に大なる差異を呈す。即等電點に於ては電荷零なるにより電粘効果最小なるも溶液の水素-Ion 濃度増すか又は減する時は蛋白質微子の帶電度の増加と共に溶液の粘稠度増加す。然れども溶液の酸性度若くは鹼性度更に増加して蛋白質分子の電離抑制せられ電荷再び減少すれば粘稠度再び降下すべし。蛋白質が其溶液中より Alcohol の添加によりて沈澱する性状も亦等電點に於ては著明なるも等電點より酸性度若くは鹼性度大なるに從ひ困難となり Alcohol の添加量大ならざれば容易に沈澱を惹起せざることも一に蛋白質微子の帶電度の如何によりて定まる所にして, Alcohol の脱水作用により親水性膠



第 5 圖

- a は等電點よりも酸性度大なる溶液中に於ける蛋白質微子の状態。
- c は等電點よりも H-Ion 濃度小なる溶液中に於ける蛋白質微子の状態。
- b は等電點に於ける H-Ion 濃度を有する溶液中に於ける蛋白質微子の状態。

質の安定二因の中抱水度は減退するも電荷の爲めに凝固阻止せらるるものなり。

尙介劑の水素-Ion 濃度以外に尙蛋白質微子の帶電度を左右するものは多價の陽-Ion 及び陰-Ion にして是等は微子の表面に吸著せられて微子に陽性及び陰性の電荷を附與す。

又蛋白質は親水性の膠質として種々の電解質の作用に對して安定の化合物なるが故に之と結合せられ若しくは之に吸著せられたる化合物は自身



虧恒性のものにも極めて安定の性を附與せらる、彼の種々の酵素が細胞内にて其活性を維持するも偏に蛋白質と結合せる爲なり。

以上の諸性状は蛋白質が細胞に諸種の化學變化を發揮するに都合よき地盤を提供するに適する所にして今日動植物の細胞が必ず蛋白質を基質として含有することを理解するを得べし。

2. 脂質 脂質の中中性脂肪は全く中性の化合物として他のものと結合する能力なく又膠質を形成する力に乏しく、單に最も有效なる(熱量抱藏力大なる)蓄積養素として主に特殊の細胞(脂肪細胞)に含有せらるるに過ぎず、尤も何れの細胞も多少の中性脂肪を含有す、其消失は細胞の死滅を伴ふものに非ず之に反し

磷脂質 は有機性鹽基、磷酸及び脂酸が Glycerin 又は Sphingosin と結合して形成せられたる化合物なるにより酸並びに鹼としての作用を呈し、高級脂酸分の如き非極性簇の存在により脂肪若くは脂肪溶剤に容易く溶解し得るに同時に、他方には親水性膠質溶液を形成し溶液内の酸性度及び鹽類の模様によりて其分散度を變ず。蛋白質と好みて膠質性複合體を形成し細胞内にて各種作用の中心部となる。

糖脂質 は脂酸と Galactose と Sphingosin との化合物にして多數の水酸基を有するにより非極性大なる基あるに拘らず Ether に溶解せず、脂溶性化合物と水溶性化合物との接觸を得しむるの作用あるもの如し。

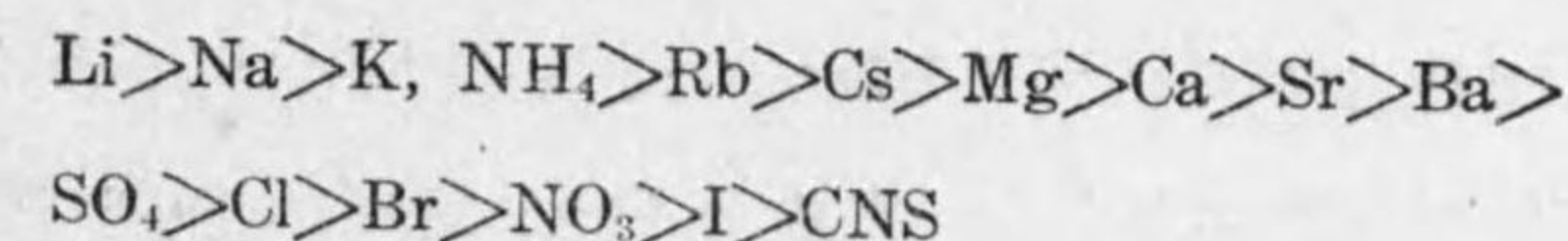
Sterin と脂酸とより成る Sterinester は中性の化合物にして従つて細胞内に在つても何等活躍性の作用を營むることなく唯單なる蓄積質に過ぎず。之に反し遊離の Sterin は還元芳香性屬の一價の Alcohol として他のものと作用し其量の消長は細胞の機能に多大の影響を與ふ。

3. 糖及び糖原 糖は多價の Alcohol の Aldehyd 又は Keton として化學的に活性の基を有し容易に酸化せられ Energi を迅速に遊離せしむることを得。然れども此の如く活性大なる状態にあるは比較的少量にして其多

くは環狀型及び多糖類の状態に於て存し各種の條件下に是等は互に容易に移行す、故に殆んゞ凡ての細胞は分量の差こそあれ糖原を常に含有し機に應じて之を水解し、酸化して Energi の根源となす、尙糖は必要に應じ細胞内に潛入したる又は細胞内に於て發生したる各種の生機的活性質(毒物)と結合して之を比較的毒性小なるものに變ぜしむるに利あることあり。

4. 核酸 核酸は何れの細胞にも必ず含有せらるる成分にして其複雑なる Tetranucleotid は核中に、簡單なる Mononucleotid は細胞漿内にあり、近時 Adenyl-酸が或種酵素の酵補素として重要なること知られたり、核中に多量に存在する點より見て細胞漿の生成若くは機能を調節するに必要な作用を有するものと考へらる。

5. 無機質 細胞内にて分量的に主なる部分は水分にして鹽類の一部は水溶液として之に溶存し陽-Ion 及び陰-Ion に電離す。生化學上注意すべき鹽類の性状を擧ぐれば 1. 鹽類の濃度稀薄なる時は Ion の原子價に基づく性状著明なり。例へば膠質に對する凝固作用若くは界面の電位に對する影響等は膠質若くは界面と反對の電荷を有する Ion の原子價が大なる程其作用大なるが如し。2. 鹽類の濃度大なる時は Ion の抱水能の大小が鹽類の性状を支配することとなる。抱水能は一般に Ion の大き同一なれば電荷の高きもの、又同一の電荷値のものなれば原子の直徑小なるもの程抱水度大なるもの如し。普通の Ion に就て Hofmeister は



の如き和水序列の存在することを見出したり。3. 鹼、土鹼、亞鉛、錫、鉛等水素よりも電離溶解壓大なるものは決して酸性溶液にて酸と鹽を形成することなきも銀、銅、金、白金の如く電離溶解壓小なるものは酸性溶液にても酸と鹽を形成す。殊に酸と作りし鹽が不溶解性の時は可なり強き酸性に於ても尙鹽を作ることを得。



## 第二節 細胞漿の膠質性構造

細胞内に含有せらるる蛋白質は酸さしての性状遙かに滴さしての性状よりも大にして其等電點は通常 pH 6 よりも小なるが故に正常細胞内酸性度 (pH=7.4) に於ては大部分は滴さ結合し蛋白質微子は陰-Ion さして存在す。然るに同じく細胞内に存する Lecithin 及び Kephalin 等の磷脂質も亦陰電荷を有する膠質微子さして存在するにより是等は決して相互凝固を起すことなく極めて分散度の高き微子よりなるこ多し、蛋白質さ Lecithin さより構成せらるる膠質性微塊の等電點は蛋白質の割合大なる時は比較的大に、Lecithin の割合多き時は等電點著しく小なる。是等の膠質は何れにしても其炭素酸基若くは磷酸基の電離によりて生じたる蛋白質-Ion 又は Lecithin-Ion の充分に抱水せられたる親水性膠質なるが故に之を顯微鏡にて見るも均一に見え、超度顯微鏡にて検するも一樣に明らげく見ゆるに過ぎず。此の如き状態にあるものが適當なる固定剤にて固定せらるる時は顯微鏡的に比較的均一相を示したる細胞漿さして現はる。之に反し原因が細胞の内何れにあるに關らず細胞の酸性度が強くなる如きこあれば膠質微塊の分散度低下し其状態に於て固定せらるる時は顯微鏡的に蜂巢狀又は網狀の像を呈すべし。

細胞内に存する蛋白質は皆同一の構造有するものに非ず、少くも蛋白素様のものさ球素様のものさあるべく又は是等の内に更に構造を異にする幾種類を區別せらるこ考へらる。此内蛋白素に屬するものは酸性にても滴性にても水に溶解するも、球素に屬するものは弱酸性反應にて沈澱す。細胞内に於て斯の如き球素が容存し居るは一は細胞内に一定の緩衝劑が存在して細胞漿の酸性度が一定度以上に上らぬ爲さ、一は細胞漿が一定濃度の鹽類を含有するが爲なり。蛋白素及び球素何れにするも細胞の有する反應度にては大部分陰-Ion さして存在するを以て其一部は Calcium-及び

Magnesium-Ion さ結合して不離性の化合物を形成す。是等の化合物は細胞漿を酸性にする時分解して無機の Calcium-鹽及び Magnesium-鹽さ蛋白質さに分離す。重金屬鹽が細胞漿に作用する時蛋白質の等電點よりも滴性側の酸性度にては容易に是等金屬の蛋白質鹽を生ず。而かも此ものの中には弱度の酸性にては分離せずに不溶解性化合物さして存するものあり。

酸性色素及び滴性色素(酸性色素さは色素が陰-Ion さして存在するもの、又滴性色素さは色素が陽-Ion を形成するもの)が細胞内に入る時は蛋白質さ色素さの化合物を發生し、多くは不溶解性のものさして沈澱す。此際酸性色素は細胞漿の反應が蛋白質の等電點よりも酸性にて蛋白質が陽-Ion さして存在する時、又滴性色素は細胞漿の反應が蛋白質の等電點よりも滴性側にありて蛋白質が陰-Ion さして存在する時によく結合するは勿論なり。尤も此時に於ても色素さ蛋白質さの結合物の溶解度が極めて小なる時は蛋白質は酸性溶液に於ても滴性色素に、又滴性溶液に於ても酸性色素に結合するこを得。酸滴種々の色素にて細胞漿を處理し且つ酸性度を適宜に加減する時は細胞漿の生姿學的構造を稍細密に觀測するこを得るは之が爲なり。

磷脂質の膠質も亦親水性膠質さして細胞漿中に彌蔓して存在す。磷脂質は膠質性溶液内にて全く抱水したる状態にては之を Ether さ共に振盪するも毫も Ether 中に移行せず溶液に適度の酸を添加し又は二價若くは三價の陽-Ion の一定量を加ふる時は抱水度を減じ析出す、此時之を Ether にて振盪すれば悉く Ether 中に移行す、Alcohol 及び Aceton にては其脱水作用にて抱水度を減少せらるる爲之に溶解せらる。磷脂質の膠質性微子は好んで又蛋白質及中性脂肪等さ膠質性微塊を作つて存在す。

細胞漿内にて脂肪が分解せられ脂酸が多く發生するこあり、此ものは鹽さなりて一部は溶存するも、其大部は細胞漿中に存在する中性脂肪等



の表面に吸着せられて其表面張力を降下するが爲脂肪を親水性膠質に導くことを得。此時 Kalium-鹽は抱水能を助長し Calcium-鹽の存在は脱水作用を促す。

細胞漿の膠質は分散度高き場合には抱水能強く、之に反し分散度低き場合には抱水能弱きを以て細胞漿内の遊離の水分は膠質の分散度の變化によつて著しく増減し細胞内反應物質の活性度を變化し其反應の速度に影響を與ふることを得る。

細胞漿を形成し居る或種膠質性微塊の表面が他の物質の吸着若くは化合の爲に不溶解性の菲膜にて蔽はるる如き場合あり、此状態にては該膠質性微塊は他の膠質性若くは晶質性の細胞漿成分より分離せらるる状態となる、若し其表面の吸着が取除かれ又は化合物が分解さるる時は該膠質性微塊は他の成分と接觸し其間に反應惹起せらるべし。種々の酵素が細胞内に其基質と同時に存在し居りて而も之に作用せざるは此種の膠質性菲膜にて隔てられ居るものと考へらる。

## 第二章 細胞膜の機構

多くの細胞には細胞膜を區別することを得、之れ細胞が外界と接觸する表面には生姿學的に内部との差あることを認められ之を損傷すれば細胞漿の流出を來たす場合あるのみならず、各種表面活性の物質を含有する細胞漿としては表面に濃厚なる層の發生し得ることをより之を首肯することを難からず、然れども此細胞膜の構造に就ては古來種々に臆説あるも未だ完全に承認せられたるものなし。蓋し小なる細胞の薄き細胞膜を純粹に取出し之を分析することは容易の事に非ず又顯微化學的方法にては到底其構成を窺知し得ざるが爲なり。故に従來多數の人々の検索したる方法は如何なる物質が之を透過し、如何なる物質が之を透過し得ざるかを調査し透過性及び非透過性の物質を互に比較し、其等の分子の大きさ、水及脂肪に対する溶解

度、分子の化學的構造と透過性との間に關係を見出し得るかを探ね分子の小なるものを通し大なる分子を通さぬときは膜に一定の大きさの孔あると稱し、脂肪に溶解するものを通し水に溶解するもの透過せざれば膜は脂質よりなると言はんことを多し。然れども是等の調査の成績より膜の模様を直ちに論斷することは危険にして實驗に用ふる條件によりては或は細胞の透過性を全く阻止することあり又反對に正常時に透過せぬものを透過する状態に於て觀察するものあり。

### 第一節 細胞膜の透過性検査法

細胞膜の透過性を調査する方法として次の如き諸法用ゐられたり。

1. 漿質剝離法 種々の植物の細胞は植物纖維素よりなる細胞壁を有し原形質は之に密接して存するも、其原形質の外層を形成する細胞膜は多くの物に對し半可透の性状を示すを以て細胞内滲透壓よりも高張なる非透過性物質の溶液中に細胞を投ずる時は、原形質は纖維素より成る細胞壁を離れて收縮す。此現象を漿質剝離と稱す。故に高張の被檢液にかくの如き細胞を入れて漿質剝離の有無を検し剝離起らざれば該物質は細胞膜を透過するものとす、漿質剝離が一時起つて再び時を経るに従つて消失するならば透過性の小さきものとす、剝離が久しきに亙つて消退せざれば透過性なきものと断定す。之は一見無理なき推論の如く見ゆるも之に信賴するは危険なり。之れ細胞内の滲透壓と同等以上の滲透壓を呈する濃厚の單一物質の溶液を久しく細胞に接觸せしむる事夫自身既に不自然にしてかくの如き溶液が細胞膜の透過性を變化せしむる事は既に觀察せられ居る所なればなり。(蔗糖溶液は其透過性を降下せしめ、Alcohol 溶液は之を増大せしむ)。細胞の外液にも細胞漿と同一の組成を有する混合液を置き、其中に被檢物質を餘り大にならざる量に加へて漿質剝離の有無を検すれば稍眞に近き結果を得るも、此時被檢物質が化學的にも物理化學的にも外



液と交渉あるものにては不可なり。要するに漿質剝離法にて透過法の有無及び程度を推斷せんとするは粗雑なる方法たるを免れず、況して之より得たる結果のみより細胞膜の構造を論ずるは不可なり。

2. Hematokrit 法 動物性細胞は植物性細胞の如く堅固なる細胞壁を有せざるにより、漿質剝離の如く簡単に顯微鏡下にて細胞に対する水の出入を見るを得ざるも、水の出入に伴つて其容積に増減を生ずるにより Hematokrit にて一定廻轉數の下に廻轉沈澱器により沈澱せしめたる細胞の容積を比較すれば之を推知するを得。併し此方法にても全く漿質剝離の所にて述べたると同様なる不満の點あり。

3. 麻醉作用法 細胞膜を透過し易き麻醉性化合物は比較的濃度小なる時既に細胞内に進入して麻醉を起し得るにより其麻醉作用發現に要する濃度、脂肪に対する溶解度の大小を論じ、細胞膜の構造を推論せんとするものあり (Overton, Meyer)。此方法にては前に述べたる漿質剝離法及び Hematokrit 法の如き濃厚なる溶液ならずして行ひ得るが故に其時述べたる如き危険は少くなる。然れども此法は細胞膜の透過性を測定せんとする根本意義を無視す。之れ麻醉作用は單に細胞の中に該物質が進入する分量によりてのみ定まるものにあらず、其物が其表面張力の大きさにより細胞漿内酸化機構に影響を與ふる大きさによつても大に左右せらるるものなる事を顧慮せざる爲なり。Propylalcohol, Butylalcohol, Caprylalcohol 等が麻醉作用を起すに要する濃度は炭素の數まずに従ひて減じ之に伴つて脂肪に溶解する濃度は増加するも、之は炭素數が大なる脂酸程表面活性度が大にして麻醉作用に影響するに大なるを、炭素數が大なる脂酸程脂肪に対する溶解度が大きなるとの關係が偶然伴ひたるに過ぎず。脂肪によく溶解して麻醉作用の小なるものもあるはこの爲なり。

4. 色素法 色々の色素が細胞膜を通して細胞内に進入する能力と色素の性状とを比較して細胞膜が如何なる物質より構成せるかを定めんと企て

たるものあり (Overton, Ruhland, Höber, Nierenstein)。此場合も稀薄なる濃度にて實驗し得るにより濃厚溶液に見る如き非難なきも、此處にも亦大なる缺陷存在す。之れ是等の實驗は單純なる色素の膜透過性を檢し居るにあらず細胞漿の色素結合能の作用を同時に受け居り、時としてこの方が重なる部分をなし居るが爲なり。即ち一方色素が細胞漿内にて結合せられ細胞漿内の遊離色素の濃度減少すれば従つて濃厚なる外液より色素が進入する速度増進するも、之と反對に色素が細胞漿内に於て結合せられざれば一定度細胞内に入りたる後は滲入するに止む。

以上述べたる所により明なる如く、細胞透過性を檢するに何れの方法にも缺點あり、従つて是等の方法の何れか一つの方法にて測定したる結果に基きて細胞膜の透過性と透過物質化學構造との關係を論じ、次で細胞膜の性質を推定せんとする諸説は皆不徹底たることを免れず。

## 第二節 細胞膜透過性變化の要因

赤血球は其内に血色素及び其他の内漿を包藏し細胞膜にて被はれ居る細胞なるも種々異なる原因により其内部の血色素(及び他の内漿成分)を血球外に逸出せしむ。故に此の際に於ける是等の原因を考察せしむるは細胞膜の性質を窺ふ一助ともなるを以て次に其大要を敘述せん。

1. 低張液による解血作用 赤血球を 0.85% NaCl 液よりも低張なる溶液に入れ置く時は内外滲透壓の差に基きて水は赤血球内に侵入する爲め血球は漸次膨脹し赤血球は早晚其周囲の諸處より血色素を漏失して全く解血作用に陥る。尤も此際單に水の滲入に因る赤血球の内壓増大によりて血球膜が破綻したりと説明するは充分ならざるものの如く、純粹なる等張の食鹽水も亦赤血球に有害にして其透過性を増加せしむるに知られ、恐らく食鹽に浸漬せられたる赤血球の膜中の Lecithin/Cholesterin の比に變化を及ぼすためなりと考へる。



2. 表面活性質 之に屬するものは石鹼、膽汁酸、Saponin、細菌性解血素等なり、恐らく膜の蛋白質に作用して表面の張力を減少せしめ膜の破壊を起すものなりと考へらる、以前は石鹼及び膽汁酸の解血作用は膜の類脂體を溶解する爲めと、Saponin は Cholesterin を奪取する爲めと考へられしも是等は主なる原因ならざるべし。

3. Cobra-毒及蝎毒 是等の毒は夫自身には何等解血の作用を呈せざるも之に Lecithin 又は血清を加ふる時は Lecithin に作用して Lysocithin を發生し此ものが膜蛋白質と結合する爲めに解血作用起るものと考へらる。

4. 免疫性解血素 或種屬の動物(例へば家兎)の血球を他の動物(例へば豚)に注射すれば豚の血液中には家兎の血球を破壊する物質發生し、該注射を繰返すときは家兎の血球は豚の血行中にて直に解血作用を蒙むることは免疫學上周知の事實なり。此時同種類の動物の血球は解血素を發生せしむる能を有せず。此免疫解血素は極めて特殊の作用を有し注射したる血球以外の血球に對しては之を解血する事なし、之れ此解血素は細胞膜内にある極めて特殊の構造を有する蛋白質分に作用して發現するものなる爲ならむ、此解血素の作用を受くる時赤血球は膽汁酸鹽若くは Saponin の作用を受ける時と異なり平圓板狀の形態を維持したるまま膨脹することなくして解血せらる。

5. 熱及び光 赤血球は55度に熱せらるれば其膜を破壊されて小球に分離せらる、之も膜の中に在る蛋白質が熱によつて凝固する爲に起る現象にして、熱凝固が一定度に達したる時血色素は膜を通して外に出で解血に陥るなり。光線は正常の赤血球に對しては殆ど作用することなしと雖も Eosin 若くは Hematoporphyrin と共に同時に作用せしむる時は數分間に解血作用を起す。之も細胞膜の蛋白質及び脂質の結合の破壊に因つて起る變化にして其作用は吸収せらるる Energi 量に比例す。

是等赤血球の解血現象を誘起する種々の原因は他の種々の細胞に對し

ても等しく解細胞の原因となる。

是等の觀察に基く時は細胞の透過性を變化せしむる要因は其數多きこと知らるべし。但し細胞透過性を變化せしむる要因も簡單なるものならず、種々の要素より成るものなるにより、其要因の一要素を認めて輕々しく要因と速斷することは之を誡めざるべし。例へば甜菜の根の切片を水中に投じの際當分色素も糖も細胞より竄出することなきも、若し細胞と同張なる食鹽水(1.8%)の中に入るとは忽ち色素も糖も竄出す。然るに食鹽と鹽化石灰とを適當に混合したる液(1.8%食鹽及び0.17%鹽化石灰を含むもの)に入れたる際には純水に入れたる際と同じく色素も糖も容易に竄出せず。之より見れば食鹽は細胞膜の透過性を高め、鹽化石灰は之に反對する作用を有する如く見ゆ。何故に Natrium と Calcium との鹽化物の間にかくの如き反對の作用存するか、之は細胞膜の構造判明せざれば斷言し難き處なるも簡單なものならざるは確なり。之れ是等二種の鹽化物が色々の點に於て互に對關的作用を呈し得るより考へらるる所なり。例へば Kakiuchi が Lecithin の水溶體に對する各種鹽類の影響を調査したる所にては陰性の荷電を持つ Lecithin の膠質性微子に對し電解質の陽-Ion は之に接近して之を放電せしめんとし、陰-Ion は之を阻止して安定ならしめん、此時滴金屬の Ion は到底一價の陰-Ion の敵ならざるも、土滴金屬(Calcium の如きもの)の Ion は其電荷量遙に大なる爲め同當量の陰-Ion の働を凌駕す。故に今一定の状態にある水溶體に滴鹽化物(極めて濃厚にて脱水の作用参加する場合を除く)を加ふる時分散化の度を増加し、土滴鹽化物を加ふれば放電凝固の傾向を高む。即ち Natrium-Ion 又は Calcium-Ion と鹽素-Ion との間の對關作用に基くものなり。之は Natrium-Ion 及び Calcium-Ion の電荷と鹽素-Ion の電荷との間に對關作用あることを語るものなるが、又他方には Natrium 又は Calcium が形成する鹽の性狀により是等二種鹽類の相反する作用に起ることもあり得。例へば Clowes は油と稀薄滴液



の一定混合物に種々の量の  $\text{Na}^+$  及び  $\text{Ca}^{++}$  を加へて振盪するに  $\text{Na}^+$  が多き時は水中に油が乳化したるものを得、 $\text{Ca}^{++}$  が割合に多き時は油中に水が乳化したるものを得たり、之は  $\text{Na}^+$  が多ければ脂酸-Natrium が多く存在し、これは油よりも水によく溶解するにより水の表面張力を減少せしめ水溶液の表面に増大して水中油の乳化體を發生するも、 $\text{Ca}^{++}$  が多ければ脂酸-Calcium が多く存在し、之は水に不溶解にして油の方によく溶解するにより油の表面張力を減少せしめ油の表面に増大して油中水の乳化體を發生するものゝ説明せらる。各種金屬が Ion の状態にて水溶液に對する態度も、又其鹽類の溶解性其他の性状の異なることも究竟は其原子の構造に基因するものなるが、細胞膜に對する是等金屬鹽の作用は或は細胞膜を構成する膠質(陰電荷を持つて居る)の分散度を變ずる爲なるか、或は兩相の表面張力の變化により相の反轉を起す爲なるか、將た亦他の機序によるか、之は斷言するに苦しむ所なり。

既に述べたる如く一動物の赤血球を他種動物に注射して發生せしめたる免疫解血素を該赤血球に加ふる時は解血作用起るも免疫血清を豫め 56 度に加熱し置く時は解血の作用起らず、然るに此處に該赤血球に對し毫も解血作用を呈せざる動物の新鮮正常血清を加ふる時は解血作用忽ち起ることを知らるべし。之は解血素に熱に遇ひて抵抗性少き構材があることを語るものなり。又今新鮮なる正常血清を他の種類の抗元抗体混合物中に添加し一定時間経たる後前の如く抗元たる赤血球を其免疫血清の中に加ふるに毫も解血作用を起さず、之れ新鮮血清中の非耐熱性物質(補體)が初めに混和せられたる他種の抗体に結合せられ消費せらるる爲め解血素抗体を結合するものなく従つて解血作用起らざる爲なり。

以上甜菜の根細胞に對する滲透鹽化物の作用及び赤血球に對する免疫解血素の作用の二つの例を以つても明なる如く、食鹽の細胞膜の透過性を變化せしむるは單に食鹽の濃度の大きなり又は Natrium-Ion の増加す

る爲に非ず、陽陰二つの Ion の作用の均勢が破れたる爲なるにより食鹽を加ふるに同時に鹽化石灰を適量に加ふる時は透過性に變化を起さず。故に食鹽のみを増減せしめたる時の結果によつて食鹽の害毒の有無を論ずるは一部分を見て全般を見ざるものなり。又免疫解血素には當該赤血球に全く特殊の作用をする構成分なる抗体を多く免疫反應に共通に作用する補體の二構材を要し、如何に特殊の抗体を存するも補體が缺如する場合には解血作用起らぬことを知り得べし。

是等の點より考ふれば細胞が其正常的透過性を維持するには其複雑なる機構の何れの一部にても一定程度以上に擾亂を受くるべからざるに同時に、複雑なる機構の一部にても變化生ずるは種々の複雑なる要因が相錯綜して生じたる結果なりと見ざるべからず。

### 第三節 各物質の細胞透過性

以上述べたる所を以て明なる如く、各種の物質が正常なる状態にある細胞膜を透過して細胞内に進入する難易の度を測定することは甚だ困難なるも、種々の方法にて得たる結果を概括すれば大體次の如しと考ふることを得。

1. 膠質性にして分子の大なるものは細胞膜を透して細胞の内には入らず。
2. 有機化合物にして非極性の大なる分子例へば Methan, Pentan, Amylen, Acetylen, Benzol, Naphthol, Phenanthren 等は容易に細胞内に侵入し、細胞と周囲の液との間に平衡状態成立す。尤も斯くの如き物質は水に對する溶解度小なるにより細胞内に入るも其絶対値は非常に大なるものならず。
3. 炭化水素より誘導せられ多少極性簇を有する化合物例へば Alcohol, Amin 及び脂酸等は其分子内に極性簇(-OH,  $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{COOH}$ ) 及び非極性



簇(Alkyl-基)を持ち、極性簇の存在によりて水に溶解する性質を得るも、炭素鎖長く非極性簇が大なる程細胞内に侵入する力強し、尤も非極性簇大に過ぎて水に溶解する度極めて小くなれば細胞内に入る絶対量は又小なるは當然なり。

4. 一分子の内に水酸基が2個入り、3個入りたるもの(Glycol, Glycerin等)は極性簇勝れる化合物なるが、細胞内に入るこ遅くなり、水酸基が6個入りたる糖-Alcoholの如きものは進入するこ遅程悪し、糖も同様に透過困難なり。

5. 有機酸及び有機鹵は3の條下で述べたる如く非極性簇が適當の大いさなれば細胞内に攝取せらるるも、之が鹽類を形成し居る場合には進入するこ著しく阻止せらる。之れ進入し得るものはIonにしてならず不離の分子にしてなる爲ならむ。

6. 酸素、炭酸、窒素、一酸化炭素、毒瓦斯等も細胞に攝取せらる。是等の瓦斯は水よりも脂肪によく溶解する瓦斯なり。

以上の如き諸物質は水よりも脂肪によく溶解するものなるにより細胞膜は脂質より成るこ考へたる人あるは尤ものこなり。然れども之は單に膜が脂質より成る爲によるに非らず細胞内到處に脂質が存在するこも亦細胞に是等物質の竄入するこ大なる理由なるべし。即ち細胞膜の性質による透過性の大なるこを示すよりも、細胞内に是等物質を溶解する脂質量の大なるを語るものならむ。

7. 鹽類 鹽類は極性度の大きなるに相當し、細胞内に侵入する速度極めて遅く、高張の鹽溶液の中に植物の細胞を投入し置く時は漿質剥離を起し容易に剥離解除せず。故にOvertonは鹽類は正常細胞膜を透過せずと述べたるがOsterhout等の研究にて實際に於ては漿質剥離解除行はるるこ明きなれり。一般に鹵金屬に屬する一價の陽-Ionは容易に細胞膜を透過し $Li < Na < K < Rb$ の順に透過性大となり土鹵鹽は鹵鹽に比して透過性遙

に遅し、陰-Ionにても一價のものは多價のものより早く透過す、大體に $SO_4 < Cl < NO_3 < Br < J$ の順に透過性増大す。

8. Amino-酸も其分子内に極性簇を多く有するにより其透過性は餘り大ならずと説明し得る如し。

諸實驗の結果にては鹽類、Amino-酸並に糖は細胞内に透過し難き化合物なるも、實際細胞が絶えず是等の成分を攝取し又は排泄し居るは明にして、之は透過し難きものにて絶えず少し宛攝取し又は絶えず少し宛排泄して居れば可なりと説明すべきか。著者の卑見にては鹽類、Amino-酸、糖其他の物質が細胞に出入するは單に膜の性質に依るのみならず寧ろ細胞全體の狀態に依つて左右せらるるものこ考ふる方至當なるべし。即ち細胞内には蛋白質、脂質、糖質等、膠質性物質が混合して存在し、正常酸性度にてはその内にある水分の大部分は膠質性分子に抱合して存するにより遊離の水分極めて少なく、従つて水に溶解する各種の電解質は竄入すべき場所少なし。若し細胞内の酸性度の變化又は酵素の作用等に依つて細胞膠質の狀態變すれば、細胞膜には變化なき時にては細胞内遊離水分の増加に伴つて電解質の進入増加するこ極めて適當の事なり。勿論細胞膜にまで變化が行はれたる場合には更に電解質のみならず膠質まで出入する如くなるこは勿論なり。此の如く細胞内には遊離の水分が少なしこいふ見解は種々の細胞が外圍の液と異なりたる一價の陽-Ion及び異なりたる陰-Ionの組成を有するこを理解するに都合よしと思惟す。

#### 第四節 細胞膜の構造

以上細胞膜の透過性検査法、細胞膜透過性變化の要因、各物質の細胞透過性等を考察する時は細胞を圍繞する細胞膜の構造に就て不完全ながら一定の概念を得るこ不可能ならず。

1. 細胞膜は細胞内部と同じく主として蛋白質及び脂質より成る膠質



性物質なり。膠質性物質なるにより分子の大きさ小なる水溶性の化合物の通過を得しむ。蛋白質を凝固せしむる要因又は脂質を溶解する如き物質は細胞膜を破壊す。又是等蛋白質及び脂質の膠質微塊の分散度の變化により其透過性に増減を生ず。

2. 透過性は必しも膜の構造によりてのみ決定さるべきものならず、時として之と大なる交渉を有せざるものあり。之は a 細胞内成分と結合するものは膠質性ならざるかぎり細胞内に侵入す(脂質溶解性物質、蛋白質染色色素等)、b 細胞内成分と結合せざるものは細胞内遊離水分の微量なるに伴ひて進入する量も亦少なし、但し是等の成分が細胞内に於て合成に用ゐられ又分解により消費せらるれば絶えず外液より細胞内に進入す(細胞機能時の Amino-酸、糖、或種の無機質等)。

3. 細胞の内外に於ける種々の要因によつて細胞膜は絶えず膨化及び収縮等の變化を蒙り居れり、故に正常的の透過性を論ずることは困難なるも同時に透過性の變化の原因を直ちに膜に歸することは不可能なり。

### 第五節 Donnan の膜平衡

膜を透過し得る物質は膜の内外に於て常に同一の濃度を占むるこ普通なるも、若し膜の一方に非透膜性分子若くは非透膜性の Ion 存在する時は夫が爲に透過性の物質まで全く内外に於ける其濃度を異にするに至る。以下簡単に其理由並に其程度を考察せん。

今膜の内側の方に膠質性の Ion R' を形成する化合物の鹽 NaR (例へば色素 Congo-赤の Natrium-鹽) を入れ、外側には全く透過性の鹽例へば NaCl を入るるに、食鹽は膜を通じて内方に彌散し、遂に一定の平衡に到達す。

此平衡にては膜の内外に於て透過性の陽-Ion と陰-Ion との積が互に同等なる。之れ凡て電解質は其一方の Ion のみが膜を通るこ不可能にして

例へば Na<sup>+</sup> は常に Cl<sup>-</sup> と隨伴して膜の一方より他方に移行すべく、然らざれば往くものと止まるものとの間に靜電力發生し往くものの彌散を牽制するが爲なり。而して Na<sup>+</sup> と Cl<sup>-</sup> が膜の單位面積に衝突する度数は是等二種の Ion の濃度の積に比例す。平衡状態にては内外より膜に衝突する Ion の度數等しきにより

$$[Na^+]_u \cdot [Cl^-]_u = [Na^+]_i \cdot [Cl^-]_i$$

然るに膜の内側にては Na<sup>+</sup> は食鹽以外に尙膠質化合物 NaR より發生するを以て膜の内外の食鹽の平衡は稍複雑なる。今假に膜の内外に於ける液の容積を同一とし、内側の NaR の濃度を c、外側の NaCl の初期濃度を c とし、外側より内側に移行したる NaCl の濃度を x とすれば、此初期及び平衡の状態は下に示す如し。

初 期		平 衡 状 態	
内 側	外 側	内 側	外 側
Na <sup>+</sup> R'	Na <sup>+</sup> Cl <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup> R'	Na <sup>+</sup> Cl <sup>-</sup>
c c	c c	c c	c-x c-x
		Na <sup>+</sup> Cl <sup>-</sup>	
		x x	

故に平衡状態にては

$$(c + x)x = (c - x)^2$$

之より

$$x = \frac{c}{3}$$

即ち非透膜性の Ion R' の存在により完全なる透過性を有する Na<sup>+</sup> 及び Cl<sup>-</sup> は不等の分布を蒙る。而して此透過性電解質の不平等分布に對する影響は非透膜性-Ion の濃度大なる程大なり。

NaR と食鹽とが種々なる濃度に存する時の初期並に平衡状態に於ける濃度を比較すれば下の如し。



初期濃度			終期濃度	
NaR <sub>n</sub>	NaCl <sub>n</sub>	比	% NaCl <sub>n</sub>	比 NaCl <sub>n</sub> ; NaCl <sub>m</sub>
0.01	1	0.01	49.7	1.01
0.1	1	0.1	47.6	1.1
1	2	0.5	40	1.5
1	1	1.0	33	2
1	0.1	10	8.3	71
1	0.01	100	1	99

即ちこの表の最終行に示したる如き条件下に於ては食鹽は殆ど全く外側にのみ存在するこゝなる。之を見て膜は食鹽を透過せしめずと考ふる人もあるべし。

細胞の内外にて電解質の濃度が差異を呈する原因の一部は細胞内に非透過性の蛋白質が多量に存在し、此 Donnan の膜平衡を呈するこゝ勿論なり。然れども細胞の内外に於ける Na<sup>+</sup> と K<sup>+</sup> の濃度分布の差、Cl<sup>-</sup> の透過性如何等は斯くの如き簡單なるものにあらず、一は前にも述べたる如く細胞内膠質の抱水性による遊離液分の減少、他は細胞内成分の是等の Ion を形成する鹽類の解離状態の如何に關するこゝ主なる原因の如し。

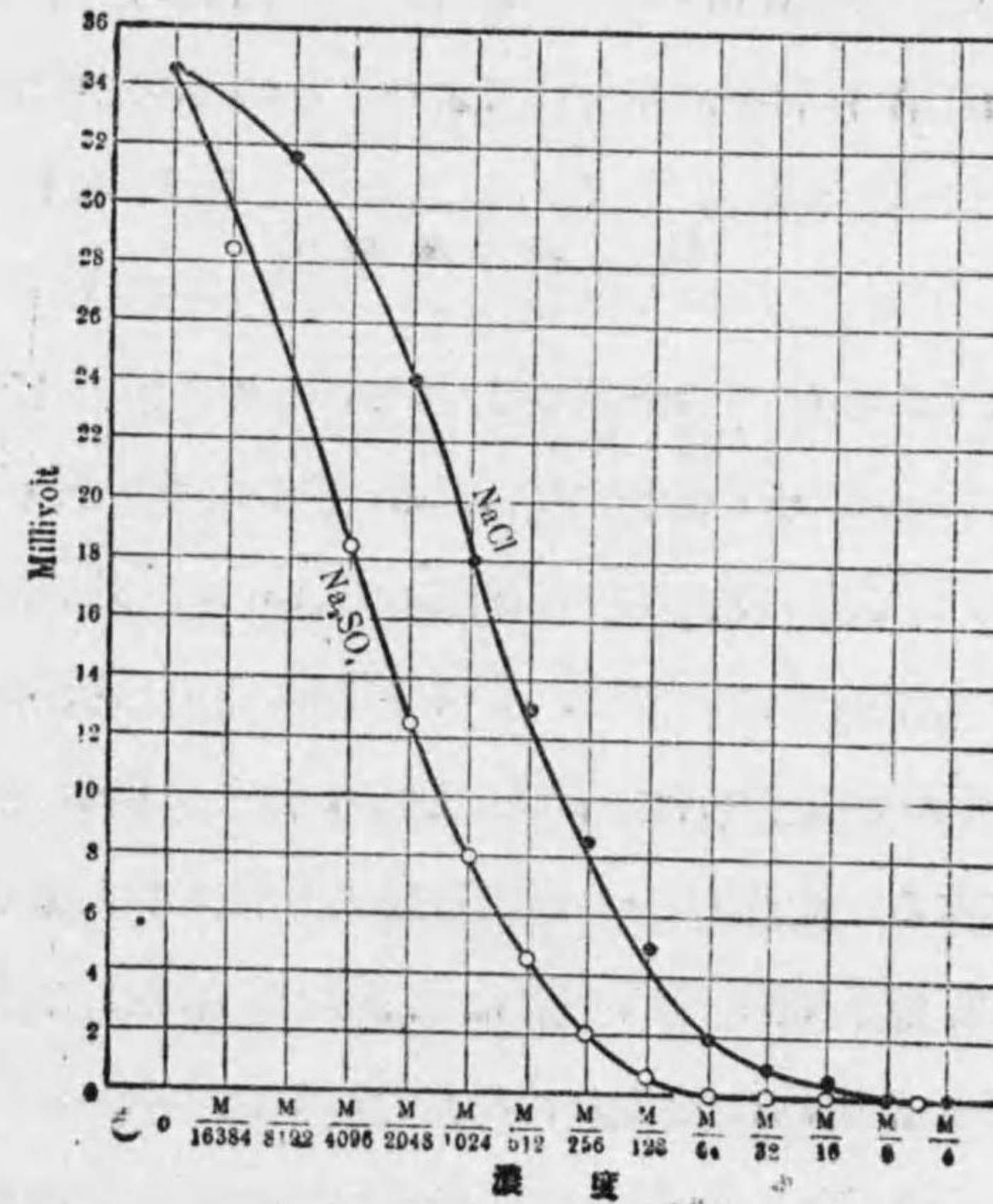
### 第六節 膜電位

前節に於て述べたる如く、膜の内部に非透膜性の蛋白質-Ion が存在する時は Donnan の定理に基きて膜の内外に電解質の濃度の差發生し従つて膜電位差現はる。其高さは膜を隔てて存在する液が任意の Ion に關して濃淡電池として與ふる電位に等しく、其符號は反對なり。故に内外兩液の水素電位を測定し、其差を探れば膜電位の値を知るこゝを得。

Loeb は Collodium-囊の内に蛋白質溶液を入れ、之を彌散平衡を維持しつつある外液との各に飽和甘汞電極を挿入して其間の電位差を測定したり、尤も之れは5個の界面間の電位の和を示すものなるも、兩甘汞電極に於ける水銀/KCl 間の電位は同じくして互に相殺され、KCl/外液及び KCl/

内液間の彌散電位は KCl が飽和の場合には極めて小にして兩者を略等しとして大差なきを以て、残る膜の處に於ける電位差が測定せらるる事なるなり。Loeb は種々の酸性度に於ける 1% 膠鹽化物に就て直接にこの膜電位を測定し、他方には膜内、膜外兩液の水素-Ion-濃度より計算に依つて膜電位に相當すべき値を得て兩者の値を比較したるが、下に示す如く大體に於てよく一致したる値を得たり。

1% 等電的膠液 100cc に加へたる n/10 鹽酸の cc 量	内液の pH	外液の pH	内 pH と 外 pH との差	H-電位 (m.V)	膜電位 (m.V)
1	4.51	4.14	0.42	+24.7	+24.0
2	4.31	3.78	0.53	+31.0	+32.0
4	4.01	3.44	0.59	+34.5	+33.0
6	3.85	3.26	0.59	+34.5	+32.5
8	3.33	2.87	0.46	+27.0	+26.0
10	3.25	2.81	0.44	+25.8	+24.5
12.5	2.85	2.53	0.32	+18.8	+16.5
15	2.52	2.28	0.24	+14.0	+11.2
20	2.13	2.00	0.13	+ 7.6	+ 6.4
30	1.99	1.89	0.10	+ 5.9	+ 4.8
40	1.79	1.72	0.07	+ 4.1	+ 3.7
50	1.57	1.53	0.04	+ 2.3	+ 2.1



第 6 圖



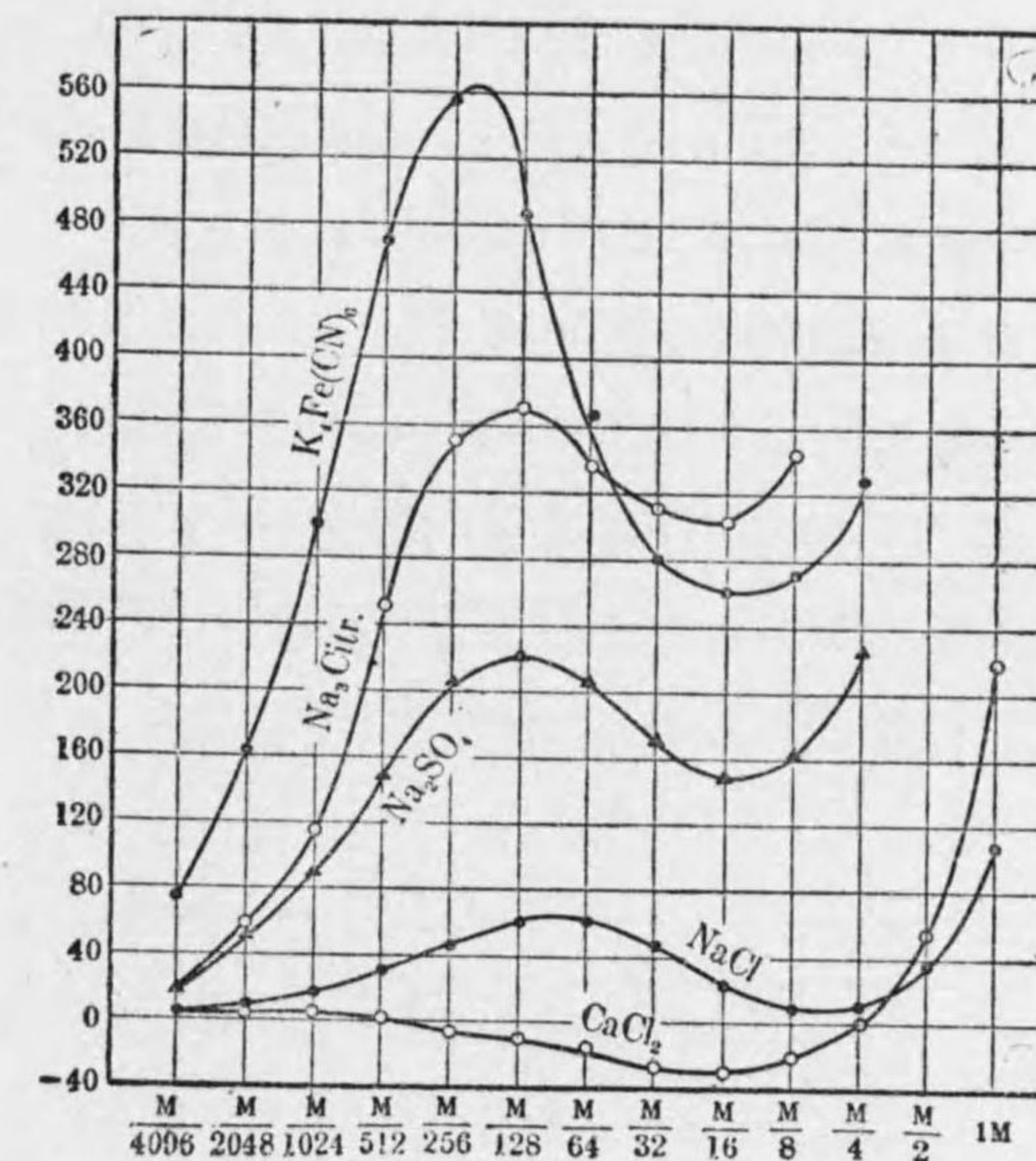
即ち一定の酸性度の時は膠の解離最も大なるに相當し膜電位も亦極大値を示す。又中性鹽を加ふれば Donnan-平衡時の分布率が緩和さるること同じく、膜電位は中性鹽が多量に存在する時著しく降下す(第6圖)。

### 第七節 膜滲透

半可透の膜(水を透過せしむるも溶質を透過せしめぬ膜)にて一定の非電解質溶液と純水とを隔て置く時は水は膜を通じて溶質溶液の中に移行し可及的水と溶液とを均一相に化せんとする傾向を示す。此時水が膜を通じて溶液中に入らんとする壓即ち滲透壓は溶液中の溶質の分子濃度に比例す。又溶質が電解質なる時は滲透壓は溶液内にある非電離分子と電離にて生じたる Ion の濃度の和に比例するにより、其滲透壓は同一分子濃度の非電解質溶液の滲透壓よりも遙に高し。

然るに電解質の稀薄溶液の場合には尙複雑なる現象現るるこゝあり。例へば比較的緻密の Collodium の膜囊を作つて其内に食鹽の稀薄なる溶液を入れ其上に毛細硝子管を括り付けてより之を純水の中に浸す時は水が急劇に囊中に入る爲め毛細硝子管内の水面急に上昇す。食鹽の分子濃度が500分の1又は1000分の1の如く稀薄にして普通の非電解質溶液の場合には少時間内には殆ど毛管内の水面を上昇せざる如き濃度に於ても短時間内に著しく上昇するは極めて奇きするに足る。且つ食鹽の代りに鹽化石灰を入れる場合には反つて囊の内部即ち溶液の方より水は外側の水の方に竄出する爲に毛管内の水面急に下降す。かく食鹽の場合には水が膜を通じて囊内に入り、鹽化石灰の場合には水が膜を通じて囊外に出づ。然れども溶液の濃度が漸々大なる時は此の如き水の運動は再び減少して水面の高さは食鹽の場合には正常値まで降下し、鹽化石灰の場合には上昇して正常値に還る。此關係を稍定量的に調査したるものに米國の Loeb 及び我教室にて行ひたる梅澤の實驗あり。是等は前に述べたる滲透壓計を用て各種の鹽

類の種々の濃度の溶液を滲透計中に一定容積まで入れ、其下部一定の處まで一定容積の純水中に浸漬し5分、10分、15分、20分毎に毛管内液面の高さを讀みたるものにして滲透計を浸漬するに同時に水は囊中に侵入し始め毛管中の液面は漸次上昇するも一定時間にて極大値に達し夫より再び徐々に低下す、之れ膜が完全なる半可透の膜ならざるにより溶質が漸次囊外に竄出し膜の内外の溶質の濃度の差が小なるが爲なり。今梅澤の實驗例の内より食鹽、鹽化石灰、硫酸曹達、醋酸曹達、枸橼酸曹達、黄色血滴鹽等に關するものを圖解すれば第7圖の如し。



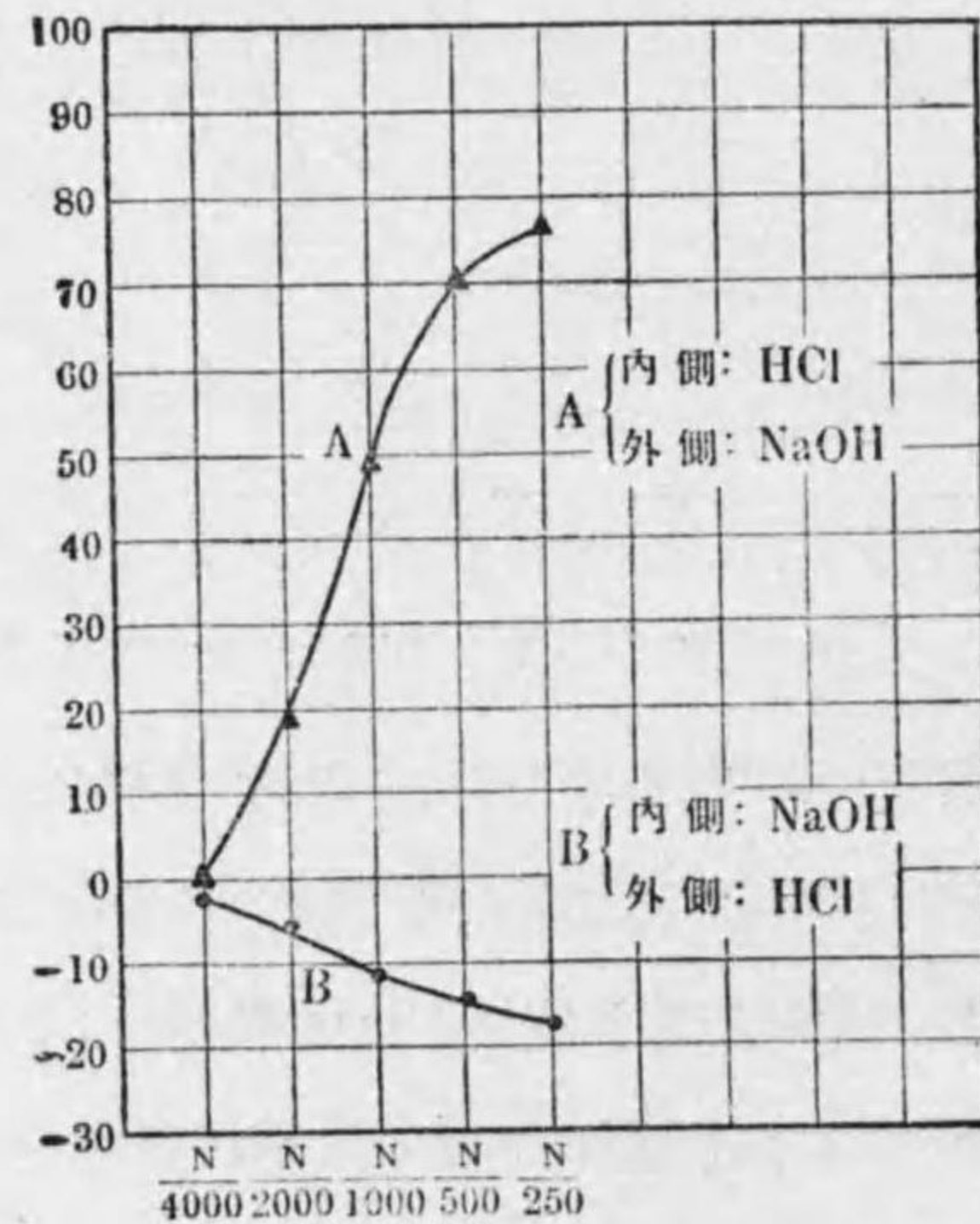
第 7 圖

横方位軸に鹽類濃度の對數値をとり、縦方位軸に毛管内液面の高さを取る。純水浸漬後時間の経過と共に毛管内液面の高さは常に變化するを以て探讀は常に一定時間後に比較せざれば不可なり。此實驗例の結果によれば一價の陽-Ion を持つ鹽類にては水は常に囊中に侵入し、2000倍、1000倍乃至500倍の稀釋度と漸次濃度が増加するに従つて水の滲入度は



増加し終に  $\frac{M}{256} - \frac{M}{128}$  にて極大値に達するも夫より濃度が増すにつれて再び滲入度が小きなり  $\frac{M}{8}$  位になれば正常値に近づく。又一價の陽-Ion ミ鹽を形成する陰-Ion が一價よりも二價(硫酸曹達の如く)の時、二價よりも四價(黃血鹽)の時の方水滲入の度が遙に大なり。

かく電解質の場合には之を形成する陽-Ion 及び陰-Ion の原子價の異なるに従つて水滲入の方向は定めらる。之に就て Loeb は Colloidum-膜は負の電荷を有し、其孔隙は陽-Ion の竄出を容易ならしむるも陰-Ion 透過し難からしむる爲め膜の外面は陽-Ion に富み膜の内面は陰-Ion に富みたる状態となり膜電位を形成するこそを實驗的に證明したり。尤も陰-Ion も陽-Ion ミの間の靜電的牽引に依つて膜を通過し得るも、二價又は多價の陰-Ion の如く容積大なるものは透過速度殊に遅徐なるを以て膜電位も大なるものならむ。食鹽及び硫酸曹達等の時は Natrium-Ion は膜の外側に、鹽素-Ion 又は硫酸-Ion は膜の内側に集積する爲め膜の外側は内側に對し陽性に荷電せらる。膜の孔隙内の水は陽性の電荷を持ち居るにより此部分の水は膜の内側に向つて移動す。鹽化石灰の時は之に反し膜の内側は陽性に、外側

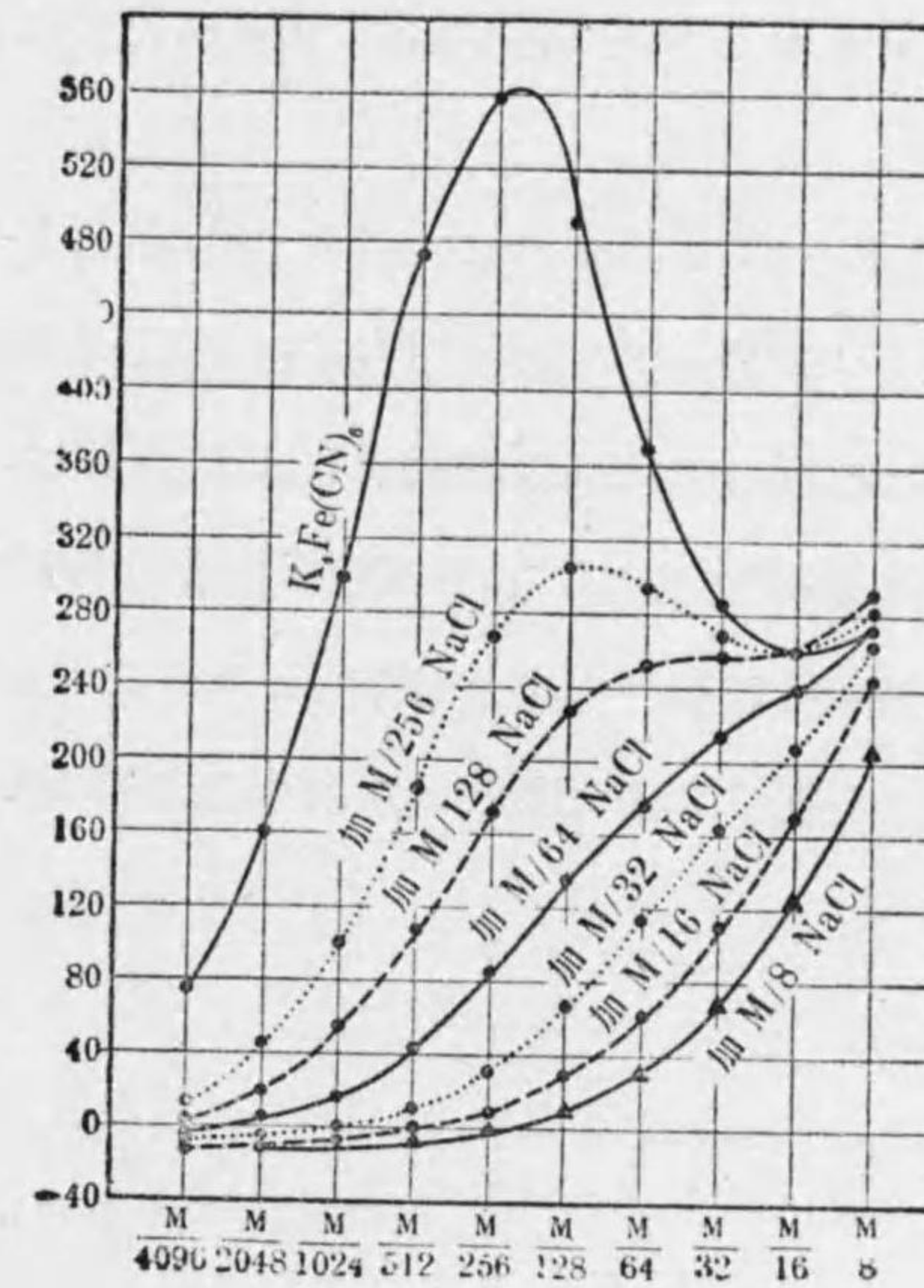


第 8 圖

は陰性に荷電せらるる爲め水は反對の方向に滲透す。

酸又は鹼の稀薄溶液を囊中に入れ囊を純水中に浸したる場合には第 8 圖に示す如く水は盛に膜を通じて囊中に入り又は囊中より出づ。此場合に於ても水素-Ion 又は水酸基-Ion が膜の孔隙を通ずるこそが他の Ion に比して大なる爲め膜電位を形成するが故ならむ。

梅澤は膜の内外側に同一濃度の種々の濃度の食鹽水を置き、膜の内側に硫酸曹達の稀薄溶液を入れたるに第 9 圖に示す如く食鹽の濃度一定度



第 9 圖

に達する時は不定規の超壓透水現象は現はれず。硫酸曹達の如きもののみならず酸又は鹼の場合にても鹽類の存在にては不定規の超壓透水現象抑止せらる。動物の體液が  $\frac{1}{8} - \frac{1}{6}$  Mol. の鹽類を含有し居るは一に此膜滲透の發起を緩和するに利ある如く考へらる。即ち細胞の内にては其生活現象の順程に於て或は多價の Ion の發生を見、又は酸若くは鹼の發生によつて上記超滲透壓膜透水を見るべく細胞は之に伴つて絶えず或は急に膨脹し、



或は急に収縮して其官能に多大の支障を來す虞あるべきものなるに、幸にして食鹽其他の比較的濃厚なる鹽類が存在する爲め細胞膜の内外に於ける膜電位を減少し、電氣的膜透水現象の發現を著しく軽減すべし。梅澤の實驗によれば血球と等張の蔗糖液に  $\frac{M}{512} - \frac{M}{256}$  の如き稀薄なる黄色血滴鹽溶液を溶解せしめたものの中に赤血球を入れる時は水は血球内より血滴鹽の水に向ひて竄出し血球は収縮して金米糖狀に變ず、然るに此血滴鹽溶液に  $\frac{M}{8}$  の食鹽を添加する時は水の竄出止み血球は其正常態を維持す。各種の動物の體液が皆一定の鹽濃度を有し居るは此點より見て都合よき事なり。

膜の電荷は膜の性質と溶液の酸性度とに従つて必しも一定するものならず、多くの膜は水に對して陰性に荷電せらるるも、蛋白質の如く兩性化合物より成るものは溶液の反應が其等電點よりも酸性側なるか鹼性側なるかに従つて陽性又は陰性に荷電せらる。又酸性度以外に尙多價の Ion より成る電解質の存在にては膜は Ion の電荷と同じ電荷を受くることあるを以て膜の電荷は變化し従つて膜の透水の方向も之に依つて變化を蒙ることあり。

## 第六編 組織及臟器化學<sup>1</sup>

### 第一章 結締及び支柱組織

動物體を支持する骨格を形成する各種の骨及是等の骨を連結する強力性靱帶を初めし處々に散在する軟骨組織及び各臟器を支柱する結締組織等は何れも細胞より分泌せられたる大量の細胞間質を有し、該細胞間質の化學的組成により硬軟收張各様の性狀を具備す。

#### 第一節 結締組織<sup>2</sup>

結締組織を構成するものは細胞、基質及びその間に包藏せらるる生膠性纖維若くは弾力性纖維なり、その内髓の如く生膠性纖維多きものはこれを纖維性結締組織と云ひ又靱帶の如く弾力性纖維に富めるものはこれを弾力性結締組織と名づく。基質は主として類粘體を含有し、生膠性纖維は膠原、弾力性纖維は彈力素より構成せらる。

細碎したる結締組織を冷水若くは食鹽水を以て浸出したる後(此時組織内に存在する組織液は一部の類粘體と共に除去せらる)残渣を半飽和の石灰水にて浸出する時は類粘體(このものは抽出液に醋酸を加ふる時は析出せらる)抽出せられ纖維を残留す。

結締組織の化學的成分はその官能により大差あるを以て全般に互りてこれを通説すること困難なり。然れども一般に結締組織は約60.0%の水分約40.0%の有機分及び約0.5%の無機分を含むを常とす、その有機成分の主なるものは纖維性結締組織に在りては膠原にして、弾力性結締組織に於ては彈力素なり。その他類粘體、脂肪、凝固性蛋白質、浸出分(Kreatin, Hypoxanthin, Guanin)等を含む。但し類粘體の量は幼獸の結締

<sup>1</sup> Gewebe- u. Organchemie <sup>2</sup> Bindegewebe



組織に大に、老獸に小なり。

淋巴腺、腸粘膜、肝、腎、肺等の支柱質をなせる網狀結締組織は其中に Reticulin なる硬蛋白質を含有す。此ものは Tryptophan を含むも Tyrosin を含有せず水と共に煮沸せらるるも膠を作らざるを以て之に附隨する膠原を除去すること得。

## 第二節 軟骨組織<sup>1</sup>

軟骨組織は硝子様基質及びその中に散在する細胞より構成せらる。然れども時として硝子様基質内に弾力纖維或は結締組織纖維を含むものあり。故に軟骨組織を區別して硝子様軟骨、弾力性軟骨及び結締組織性軟骨となす。

軟骨細胞に就ては未だ充分なる研究なし。幼稚のものはその中に糖原を含むものの如し。

硝子様基質の有機成分は主として軟骨類粘體、軟骨酸、膠原及び軟骨硬蛋白質等よりなる。顯微化學的にそれを検索する時は軟骨細胞を圍繞し、Methyl-紫にて染色する部をその外圍の Tropäolin に染色する部を區別するを得べし。軟骨類粘體及び軟骨酸は前者に限りて存在し、軟骨硬蛋白質は後者にのみ見出さる。これに反し膠原は何れの部分にも含有せらる。

乾燥粉碎したる軟骨を先づ10%の食鹽水次に2%の苛性曹達にて浸出する時は軟骨類粘體及び軟骨酸溶解す。溶液を醋酸にて中和したる後 Kaolin を加へて蛋白質を除去して得たる濾液に2倍容量の Alcohol を加ふる時は軟骨酸析出す (Jorpes<sup>2</sup>) 稀薄滴性液にて浸出したる後の残渣を加壓蒸熱器にて浸出する時は膠原は膠となりて溶解し、後に軟骨硬蛋白質を残留す。

1 Knorpelgewebe 2 Jorpes: Bioch. Z. 204 354 [1929]

軟骨は約40—70%の水分及び2—10%の灰分を含む。灰分中 Natrium の量甚だ多く時として灰分の90%に達するこあり、これに反して Kalium は甚だ僅少なり。その外常成分として軟骨中に少量に存するものは脂肪及び糖原にして前者は0.3より5%に及び、後者は時としては0.9%に達するこあり。

## 第三節 骨組織<sup>1</sup>及び歯牙<sup>2</sup>

骨は軟骨組織に無機鹽類沈着し此處に於て一定の骨化作用行はれて發生したる組織にして従つて骨組織は細胞、有機性基質及灰分より構成せらる。骨を稀鹽酸(0.2%)にて處理する時は其無機成分を溶解するを得べく、又骨を灼熱し若くは其細粉を滴 Glycerin 溶液にて煮沸する時は其有機性基質を除去するを得べし。

骨は約20—24%の水分を含有し固形分は約等半の有機分及び無機分より形成せらる。

有機性基質の大部は Ossein と稱して膠原に類似する硬蛋白質なり、その他骨類粘體及び骨硬蛋白質も亦存在す。(稀鹽酸にて無機分を除去したる有機性基質を半飽和の石灰水にて浸出する時は骨類粘體を抽出するを得べく残渣を水と共に加熱して膠原を溶解せしむる時後に骨硬蛋白質を残留す。)

骨の無機構成成分は大部分  $\text{Ca}\{[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2]_6(\text{OH})_2\}$  の如き複合化合物として存在せるものの如く之に量不定の  $\text{CaCO}_3$  (海産魚にては7%, 哺乳獸にては11%) 及び少量の Magnesium-化合物、鹽化物並びに弗化物を混す (Morgulis<sup>3</sup>)

正常人骨及骨軟化症患者の骨の組成下の如し (McCrudden<sup>4</sup>)

1 Knochengewebe 2 Zahn 3 Morgulis: J. Biol. Chem. 93, 455, 1931)

4 McCrudden: J. Biol. Chem. 7, 199 [1910]



構 成 分	骨 の 種 類	
	正 常 骨	骨 軟 化 症 骨
Calcium(CaO)	28.85	15.44
Magnesium(MgO)	0.14	0.57
磷 (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	19.55	12.01
硫 黄 (S)	0.14	0.55

鶏の骨にては Calcium の一部 Strontium にて代償せらる (Wheeler<sup>1</sup>).

滷鹽は約2%の割に含有せられ恐らく磷酸滷土滷鹽として不溶解性の状態に於て存在するものの如し、骨は他の組織と異なりその Natrium 含量 Kalium よりも遙かに大なり。

幼年期の骨は水分を含むこき多く、高年となるに従ひて水分の量減少す。尙高年の骨に於ては炭酸石灰及び弗素増加し磷酸石灰の量を減す。

### 骨 髓

骨髓に赤髓と黄髓とあり。前者は後者に比し赤血球に富み、蛋白質を含むこき稍大に、脂肪を含有するこき小なり。黄髓は Olein-酸に富み硬脂肪に乏し、骨髓は脂肪、Lecithin, Globulin, 核蛋白體, Fibrinogen の他尙浸出分として乳酸, Inosit, Hypoxanthin Cholesterin 等を含有す。

### 齒 牙

齒牙は骨組織に類似し、白堊質<sup>2</sup>, 象牙質<sup>3</sup>, 琺瑯質<sup>4</sup>の三部よりなる。

1. 白堊質 齒牙の根部を蔽へる物質にして骨と同一の組成を有す。
2. 象牙質 齒牙の主部を占む化學上、骨と全く同様なる成分を有するもその有機性分稍少なく(26—28%)又水分に乏し。
3. 琺瑯質 齒牙の露出したる部分の表面を蔽へる物質にして動物體中最も堅固に又最も無機分に富みその水分は僅かに2%に過ぎず有機性分は2—10%にして骨又は象牙質と異なり膠原を含むこきなく従てこれを水を以て熱するも膠を生ぜず、無機性分の組織は骨及び象牙質に類似するもこれ

<sup>1</sup> Wheeler: Bulletin. New York. Agric. Exp. Stat. 1 [1919]

<sup>2</sup> Cement <sup>3</sup> Dentin <sup>4</sup> Schmelz

らに比し比較的 Calcium に富み Magnesium に乏し、弗素に富む。人齒の弗素含有量は固形分の0.29—0.59%に達す (Trebitsch<sup>1</sup>).

構 成 分	象 牙 質	琺 瑯 質
有 機 成 分	29.15%	6.82%
酸 化-Calcium	38.18	50.22
酸 化-Magnesium	1.51	0.73
五 酸 化 磷	30.24	40.69

齒牙も亦骨の如く酸化-Natrium に富み酸化加里に乏し、無機成分中前者は約2%、後者は約1%を占む。

齶齒は無機分著しく減少し水分及有機分に富む。Kuhn<sup>2</sup>によれば

構 成 分	健 齒	齶 齒
H <sub>2</sub> O	4.27	10.91
Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	52.90	14.47
CaCO <sub>3</sub>	12.93	7.92
Mg <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	1.08	0.35
有 機 質	23.39	66.38

齒牙の健全骨化には食物中に於ける抗佝僂症物質、Calcium 及磷の適量を必要とす。Vitamin C の缺損時には齒牙の髓質傷害を蒙る。

### 骨化作用

骨及軟骨は磷酸-Ester を分解する酵素を含有しこのものは血液中に存する六炭糖一磷酸、六炭糖二磷酸、Glycerin-磷酸等を分解して骨を灌流する血液中の磷酸量を増加せしめ血液内に於ける磷酸と石灰との量を磷酸石灰の溶解度よりも遙かに超越せしむるが爲め是等組織に磷酸石灰の沈着を促がし又た其溶解を妨ぐるものなるべし (Robison<sup>3</sup>).

<sup>1</sup> Trebitsch: Bioch. Z. 191, 234, [1927] <sup>2</sup> Kuhn: D. Monatssch. Zahnh. 13, 361, 450. <sup>3</sup> Robison: Bioch. J. 16, 819 [1922]; 17, 286 [1923]; 18, 744, 755, 1354 [1924]



## 第四節 皮膚

皮膚は内部の各臓器及び組織を大氣、濕氣及光線照射等より保護するに同時に體溫調節を營む主要なる組織なり。是等の機能を營む必要上皮膚は上皮結締組織、血管、脂肪、神經、筋肉等種々の組織の集合より成りその上皮の部には主として角素よりなれる特殊の角質組織、色素及脂質等あり。

皮膚の化學的組成は脂肪を除外したる皮膚に換算して之を比較する時は略々近似したる値を得べし。

水分は約66—70%にして骨格に次で水分少なき組織なり。乳兒にては水分多くして81%に及び、成長するに従ひて水分減ず、尤も老年にては一見枯涸したる如き觀あるも水分再び大なる。皮膚の水分の調節には覺醒素關係する處大なるべし。

鹽質は含有せらるるここ多く、ここに鹽素の含有量大なり。鹽素少なき食餌を攝取する時は體の全鹽素量の $\frac{1}{4}$ 、鹽素含量大なる食餌攝取時には $\frac{1}{3}$ は皮膚中に含まる。人の皮膚は約220—340mg%の鹽素を含有すCaOの含量は12.8mg%なりといふ。

總窒素量は3.5—4%にして筋肉(3.3%)及肝(2.7%)よりも大なり、殘餘窒素は70—80mgにして血清よりも遙かに大なり、

糖量は人間にては血糖の約半量に過ぎざるも他の動物(家兎)にては血清と同量に達するものあり、

皮膚は外部の濕氣に對する防禦として皮脂を以て被はる、

## 毛髮

毛髮は13%の水分、0.2—0.5%の灰分を含む毛髮中に含まるる角素は硫黃を含有するここ大にして5%に達す老人の髮は幼者のそれよりも石灰を含むここ多し、又灰分は多量の硅酸を含有す。

## 皮 脂

毛膿胞に輸管を有する皮脂腺より分泌せらるる油狀質にして皮膚の表面に分布せらる。主として脂酸がCholesterin, Oxycholesterin及びOctadecyl-alcohol等と結合して生じたるEsterより成り尙これに遊離のCholesterin, 低級脂酸鹽及びLanocerinなる蠟樣質を含有す。

皮脂中に存する低級脂肪は久しく皮膚の表面に遺留せらるる時は細菌の爲めに分解せられて脂酸を遊離す。その内蟻酸、醋酸及びPropion-酸には惡臭なきも酪酸には敗油の匂ありValerian-酸には不快の匂殊に強し、夫より尙高級なるに従ひ揮發性減ずるに共に其匂を減す。

## 汗

皮膚の表面より發散せらるる水分の量は寒暖によりて勿論差あれども平均體重の $\frac{1}{64}$ 量に達し其大部は水よりなる。皮膚の部位により汗の分泌せらるる度に差あり、頬、掌、二の腕より分泌せらるる汗の量の比は100:90:45なりといふ。

掌以外足裏、腋窩、額、鼻頭等によく發汗す、馬及び羊は體全表面に亙り發汗するも犬及び猫にては趾のみに限局せらる。故に是等の動物は夏時體溫調節に當りて呼吸切迫、舌出垂等によりて之を行ふ。

人間は夏時勞役を營む際其體溫を維持する爲め時として10—15lも水分を蒸散せしむるを要するここあり。從て斯の如き際多量の水を飲用せざる時は組織内の水分は奪取せられ尿は著しく減量す。

汗は上皮細胞、汗腺の細胞等の有形素を含有す、濾過したる汗は無色透明の液にして鹹味を有し體の部位により特殊の匂を呈す。一般に酸性を有するも時として鹼性を呈するここあり、肉食獸は酸性に、草食獸は鹼性なるを常とす。

人汗の比重は1.001乃至1.010の間を上下し、又其固形分量は0.5—2%の間を動搖す。從て其分子濃度、結氷點降下度も異なる、中性脂肪、



Cholesterin, 揮發性脂酸, 微量の蛋白質, Kreatinin, 芳香性-Oxy-酸, Ether-硫酸 (Phenol-, Skatoxyl-, Indoxyl-硫酸), Serin, 尿素及び尿酸を含有す。尿素は汗の總窒素量の68—75%を占む, 高温度, 過劇なる行作等に當りては窒素の少なからざる量(體より排泄せらるる窒素の12%に達するこゝあり)は汗によりて排泄せらる, 尿毒症, Cholera の尿止症の時には尿素が皮膚の表面に析出するこゝあり。汗中無機成分の主なるものは食鹽なり。

平時女子の汗は1l中に約6.5mgのCholinを含有し月經時には其49倍に増量す。此時血液中のCholinも亦増量す。此際同時にVagotoniの現象起る故に兩者間の關係を想像するものあり(Kraus<sup>1</sup>)。

#### 瓦斯代謝

皮膚による瓦斯代謝は兩棲類に於ては著しきも哺乳類, 鳥類, 人類に於ては僅少に過ぎず, 殊に酸素の皮膚を通じて體内に攝取せらるるは極めて微量なり。炭酸は温度高くして皮膚に充血ある時殊に運動後には其排泄量を増加す。

## 第二章 脂肪組織

脂肪組織は結締組織の細胞が増殖してその中に脂肪を沈着したるものなり。

細胞の膜は彈力素に類似したる物質よりなり, Alcohol及びEtherに對する抵抗力強く, 醋酸若くは稀薄なる鹽酸にも亦溶解せらるるこゝ難きも胃液には容易く溶解せらる。

細胞内に含有せらるる脂肪は主としてStearin-酸, Palmitin-酸及びOlein-酸のGlycerinesterの混合物にして尙その外微量の脂酸を混有す。脂肪の

<sup>1</sup> Kraus: Bioch. Z. 163, 41 [1925]

構成分としてStearin-酸及びPalmitin-酸を多量に含有するものはその質比較的堅く, Olein-酸に富むものは割合に軟かし, 人體の皮下脂肪組織はOlein-酸に富みその量約70—80%に達す。初生兒の脂肪はOleinに乏しきも一年の終頃までに増量し成人と同等に達す, 尙體脂肪は食物の種類によりて影響せらるるこゝ大なり。

その外脂肪細胞は脂肪色素を含む, このものは瘦削に際し消失するこゝ脂肪よりも遙かに遅きを以て此時脂肪組織は橙黄色に變ず。

其外脂肪組織は脂肪酵素及びkatalaseに富む。

脂肪組織は水分に乏しく約10%の水分を含むに過ぎず。

## 第三章 筋肉組織

筋肉組織は筋肉に特有なる筋纖維及びこれを結束する結締組織の二部よりなり, 後者は一般の結締組織と同じ。

筋纖維はその外圍に化學的性質全く彈力素と同一なる筋纖維鞘<sup>1</sup>を有し, 内に半流動にして蛋白質に富める内容物を含む。各筋纖維の微細なる構造は未だ明かならずと雖も横紋筋にありては主としてMyosin及びMyogenなる蛋白質よりなれる重屈折質と, 他の蛋白質及び浸出物よりなれる單屈折質とが互に相重疊してこれを構成するものの如く筋肉を稀薄なる酸, 曹達水及び胃液等蛋白質を溶解するものに入れば筋纖維は横に離断して多數の圓板(Bowmanの圓板)に分たる。これに反しAlcohol, Chrom-酸, 熱湯等にて筋肉を凝固せしむる時は長き纖維を形成す。

筋肉の反應は安靜状態に於ては弱鹼性若くは兩性なるも動作時及び死後には酸性に變ず, これ主として乳酸の生成に伴ひ二加里磷酸鹽が一加里磷酸鹽に變ずる爲なりとす。

筋肉組織は平均75%の水分, 25%の固形分を有す。固形分中多量を



筋肉の組成

	哺乳動物	鳥類	蛙
水	78.3—72.2	77.5—71.8	80.0
固形分	21.7—27.8	22.5—28.2	20.0
無機化合物	1.0—1.5	1.0—1.9	1.0—2.0
有機化合物	20.7—26.3	21.5—26.3	18.0—19.0
蛋白質	16.6—20.0	7.4—20.0	14.4—15.2
Kreatin	0.3—0.5	0.3—0.5	0.2—0.7
Kreatinin	0.01		
Carnosin	0.2—0.3		
Carnitin	0.02—0.03		
Purin	0.07—0.17	0.07—0.13	0.05—0.09
Inosin-酸	0.01	0.01—0.03	
Inosit	0.003		
Glutathion	0.04		
糖原	0.1—3.7		

占むるものは蛋白質にしてその餘は糖原、脂肪、浸出分、礦質等よりなる

## 第一節 筋肉の蛋白質

### 第一項 筋漿蛋白質

新鮮なる筋肉を速かに凍結せしめこれを粉碎壓搾する時は黄色滲性の液を得べし、これを筋漿<sup>1)</sup>と稱す。筋漿を數日に互り透析し析出する凝固蛋白質を濾過して得たる濾液中に存する蛋白質を Myogen と稱す。其量約筋漿の 20% を占む、中性鹽により之を鹽析せしむることを得。筋漿中に存する第二の蛋白質を Myosin と稱し此ものは筋漿透析時に析出し又筋漿壓搾の際に得らるる残渣中に存在し之より 19% 鹽化安門にて抽出せらるることを得。Myogen の等電點は 6.3, Myosin の等電點は 5.1 なり。Myogen は之を酸性溶液にて放置すれば漸次 Myosin に變じ次で Myogen 纖維素に變ずべく、又 Myosin 溶液は pH 7.4 にては漸次 Myogen に變ず

<sup>1)</sup> Sarkolemma

(Yanagi<sup>1)</sup>).

筋漿<sup>2)</sup>は冷所にては徐々に、室温にては速かに凝固して Myogen-纖維素及 Myosin-纖維素を析出す。此種の凝固は全く膠質化學的の變化に基くものなり。

### 第二項 筋肉礎質

筋肉を幾回も鹽化安門溶液を以て浸出するも溶解せずして残留する部を筋肉礎質と稱す、これは横紋筋にありてはその量少なく僅かに全蛋白質の 8 分の 1 に過ぎず、雖も平滑筋にありてはその量甚だ多く全蛋白質の約 3 分の 2 を占む。

### 第三項 筋肉強直

死後若くは動脈結紮等により筋肉内に血液の循環停止する時は早晚筋肉は短縮すると同時に潤濁の觀を呈し緊張す。此現象を死後強直と稱す。此ものは加熱、化學的物質の接觸によりて起る強直は其基因全く異なるものなり。

1. 死後強直 死後一定時(人間にては早きは 10 分、遅ければ 7 時間後)を経過すれば筋肉は強直して短縮潤濁の觀を呈し、反應は弱酸性に變ず。

死後強直の原因に就て一般に認めらるる處は死後筋肉に對する酸素の供給杜絶と共に乳酸が過剰に發生し反應酸性に變ずるが爲め筋肉蛋白膨化するによるものなりといふ、故に若し此の如き筋肉に人工的に血液若くは弱滲性の鹽溶液を輸過せしむる時は強直中絶すべし。死後強直は暫時の後再び消失す。これ恐らく自家分解作用により筋肉の組織破壊せらるる爲なるべし。

2. 熱強直<sup>1)</sup> 筋肉を温めて一定温度に達する時は筋肉は短縮すると同時に潤濁し感應性を失ひ弾力性を減ずこれを熱強直と稱す。即蛙の場合にては 40° にて、又哺乳動物の場合にては 48—50° にて、鳥類に於ては 53°

<sup>1)</sup> Yanagi : J. Bioch. 14, 305[1931] 2 Muskelplasma



にて強直起る。熱強直は全く筋漿内に存在する Myosin 及 Myogen が熱に遇ひて凝固する爲に起る現象なり。

3. 化學的強直 筋肉は又種々の化學的物質に觸接するに際し強直を起すこゝあり。

a. 水強直 生活する筋肉に蒸餾水を通ずれば滲散作用により水が筋鞘内に入して筋肉を膨脹せしむる爲め強直状態に陥る。

b. 蛋白質を沈澱して凝固せしむる鞣酸, Alcohol 等が直接筋肉に觸る時も亦高度の強直を起す。

c. 蛋白質の沈澱剤ならずして尙且筋肉の強直を起すものあり, Veratrin, Caffein, 一臭化醋酸曹達, Chinin, 過鹽素酸曹達等これなり。これに反し血清は Myogen-凝固を防止する作用を有す。

## 第二節 筋肉の糖質

### 1. 糖 原

新鮮なる人筋は約 0.4—0.7% の糖原を含有しその量は筋肉の種類によりて差異あり筋肉動作後はその内に存する糖原量減少す、蓋し筋肉の澱粉酵素により糖化せられたる後燃焼せらるるなり。

筋肉内糖原は死後速かに澱粉酵素の爲めに分解せられてその量を減じ、又 Adrenalin 中毒の際は暫時にして悉く消失す。その外高熱、糖尿症、Strychnin-痙攣等凡て糖の出動を促す機能は筋肉内糖原の減少を惹起す。然れども筋肉の糖原を牽持する力は肝臓に於けるものよりも稍大にして久しく糖原を含有するを常とす。故に饑餓のみに因り筋肉より全く糖原を消失せしむるは到底不可能にしてこの時脂肪の一部は常に糖原に變ずるもの如し、かくの如き饑餓獸に糖質を與ふれば先づ筋肉内の糖原速かに増量す。

### 2. 葡萄糖及び麥芽糖

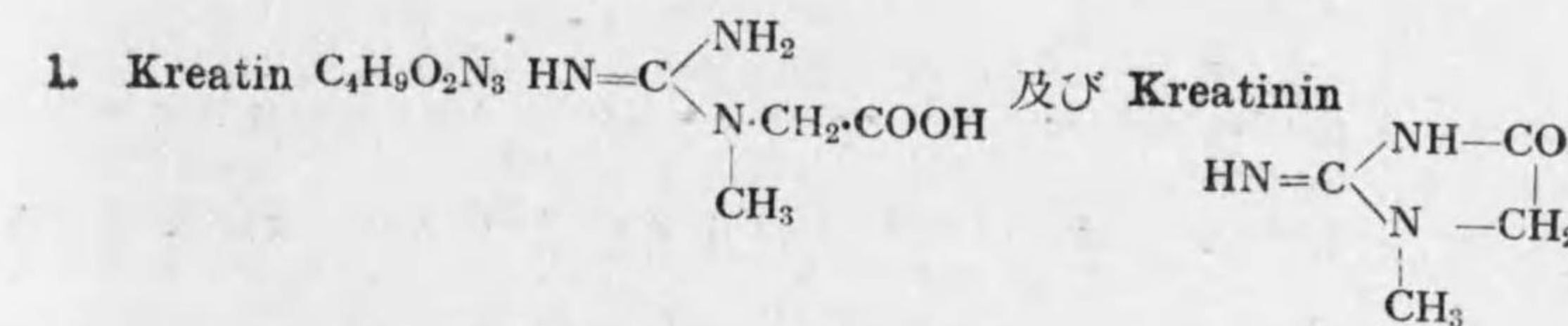
も亦筋肉内に存在すべきもその量は極めて僅少なるべし。

### 3. 六炭糖二磷酸

筋肉の成分として存在し糖類酸化の前提として必要なる成分なるものの如し。筋肉内に存する酵素の爲めに分解せられて磷酸及び Methylglyoxal を發生す。死後筋肉内乳酸の増量するは此者に基因するものの如し。白色の筋には多く赤色の運動弛緩なる筋肉には少し。釀母醱酵の際生成せらるる六炭糖二磷酸と異なり強度の左旋性(約 $-30^\circ$ )を示し、Phenylhydrazin と Osazon を作らず(Burgsch<sup>1</sup>)。

## 第三節 筋肉の含窒素浸出分

新鮮なる筋肉を水若くは Alcohol を以て浸出若くは煮沸する時は各種の含窒素物質を得べし。其中最多きものは Kreatin 及び Carnosin なり。各全含窒素浸出分の約3分の1量を占む(Fürth 及 Schwarz<sup>2</sup>)。



Kreatin は脊椎動物の筋肉内に約 0.25—0.7% を算す。無脊椎動物には存在せず。同種族の動物の全筋肉内 Kreatin 量は甚だ一定し家兎にては其値 Kreatinin として 0.450% を占む(Riesser<sup>3</sup>)。同じ動物にても個處により筋肉内 Kreatin の量異なり白筋は赤筋よりも Kreatin の量多く、心筋及平滑筋は Kreatin 量骨筋よりも著しく少なり。且つ Kreatin 量と Lactacidogen 量は平行するものの如く迅速に収縮する白筋は収縮緩徐なる赤骨筋よりも Lactacidogen 量多く且つ Kreatin 量も多し、同じく Riesser の測定によれば

1 Burgsch: Z. Physiol. Chem. 157, 186 [1926] 2 Fürth 及 Schwarz: Bioch. Z. 30, 428 [1911] 3 Riesser: Z. f. Physiol. Chem. 120, 180 [1922]



	Kreatin (Kreatininとして)	Lactacidogen- 機 酸
家 兎		
白 筋	0.454%	0.3326%
赤 筋	0.241	0.1318
家 鶏		
Gastrocnemius(白)	0.362	0.3374
Soleus(赤)	0.225	0.1953
胸 筋(白)	0.341	0.3263
蛙		
後 脚	0.342	0.094
前 脚	0.253	
平滑筋		
家兎子宮	0.077	0 ?
腸 筋	0.023—0.032	0 ?

筋肉の Kreatin は少量の Kreatinin (約 Kreatin の 1%) を伴ふに過ぎざるも筋肉動作後に於ては Kreatin 減少し Kreatinin の量増加す。Kreatin は筋肉物質代謝により発生し、その生成は筋肉運動とは毫も関係を有するこゝなく、筋肉の緊張と関係あるものの如きもその機序に就ては尙充分なる説明なし。家兎を冷水に浸す時は冷却と共に筋肉緊張度増加し夫れと同時に筋肉内 Kreatin 量増加し 12 時間にして 0.64 に達しそれより漸次減少して 48 時間にして常態に復歸すといふ。之に反し冷血動物にては冷却に伴ひて Kreatin 量減少す(赤塚<sup>1</sup>)。尙 Adrenalin 注射は動物の筋肉内 Kreatin 量を増加せしめ、Physostigmin 注射は之を減少せしむ。蓋し Adrenalin は Kreatin の生成を助長し、Physostigmin は Kreatin より Kreatinin への變移を促進するが爲なるべし(赤塚<sup>2</sup>)。

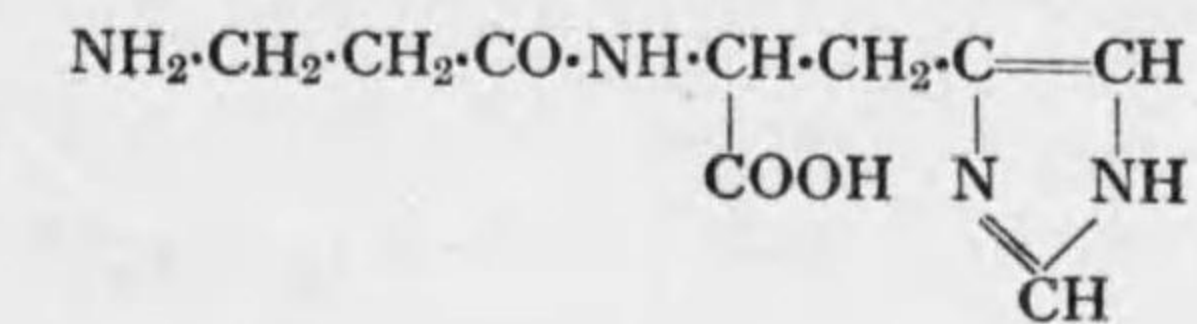
Kreatin は大部分筋肉内にて磷酸と共に虧恒性の化合物なる Kreatin-磷酸として存在す(Eggleton<sup>3</sup>) 其量は磷中毒時、Tetrahydro-β-naphthylamin 發熱時に増量す(Palladin 等<sup>4</sup>)。筋肉収縮時に當り分解して磷酸を

1 赤塚: J. Bioch. 7, [1927] 2 赤塚: J. Bioch. 8, 57 [1928]  
3 Eggleton. Bioch. J. 21, 190 [1927] 4 Palladin 等: Z. f. physiol. Chem. 179, 24 [1928]

分離せしむ。

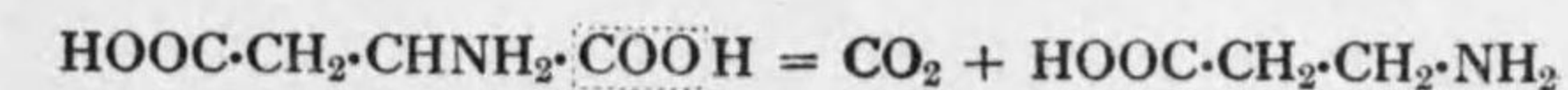
Kreatin は無色、透明、光輝ある柱晶にして一分子の結晶水を含有す、これを熱して 100° に至れば結晶水を失ひ、更に高温度に熱する時は分解す(291°)、約 74 倍の冷水に溶解し、温湯には容易く溶け、Alcohol には溶解し難く、Ether には全く溶解せず。溶液は中性反應を呈し、苦味を帶ぶ、諸種の磷酸と結晶性の鹽を作成し、又重金屬鹽と複鹽を作る、鹵の性状は酸の性状より大なり (pK<sub>b</sub>=11.32, pK<sub>a</sub>=14.28)。Kreatin は磷-Wolfram-酸及び鉛醋には沈澱するこゝなし。酸と共に煮沸する時は其失水物なる Kreatinin に變ず。弱鹵と共に加熱すれば水解し尿素及 Sarkosin に變ず。

## 2. Carnosin (Ignotin) β-Alanylhistidin C<sub>9</sub>H<sub>14</sub>N<sub>4</sub>O<sub>3</sub>



Carnosin は脊椎動物の筋肉中に含有せられ、無脊椎動物の筋肉に缺く。針状結晶にして水に容易く溶け、Alcohol に沈澱す。241—248° にて熔融す。水溶液は右旋性を呈し、その比旋約 25° 度なり。磷-Wolfram-酸、硝酸水銀、硝酸銀 + 過剰 Baryt、沃度蒼鉛加里、鹽化金に沈澱するも鹽化白金には沈澱するこゝなし。Histidin 及び β-Alanin の Di-Peptid にしてこれを水酸化-Barium にて分解する時は Histidin を得、

分子内に存する β-Alanin は Asparagin-酸の脱炭素酸作用によりて発生したるものなるべし。

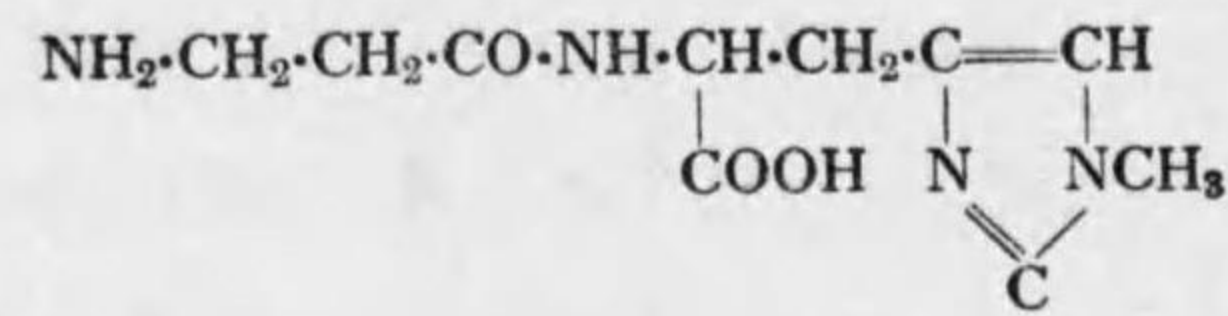


Carnosin は Imidazol-化合物なるにより Diazobenzolsulfon-酸と作用して Azo-色素を發生し之に基く定量法あり(Hanke 及 Koessler: J. Biol. Chem. 39, 497, 1917)。又 Carnosin を銅化合物として定量するこゝを得。



Carnosin は胃液の分泌を著しく促進する作用を有す。筋肉内に約 0.2—0.3 の割に存在す。饑餓の際に減少するも緊張及び筋肉動作時には毫も其量を變ぜず。

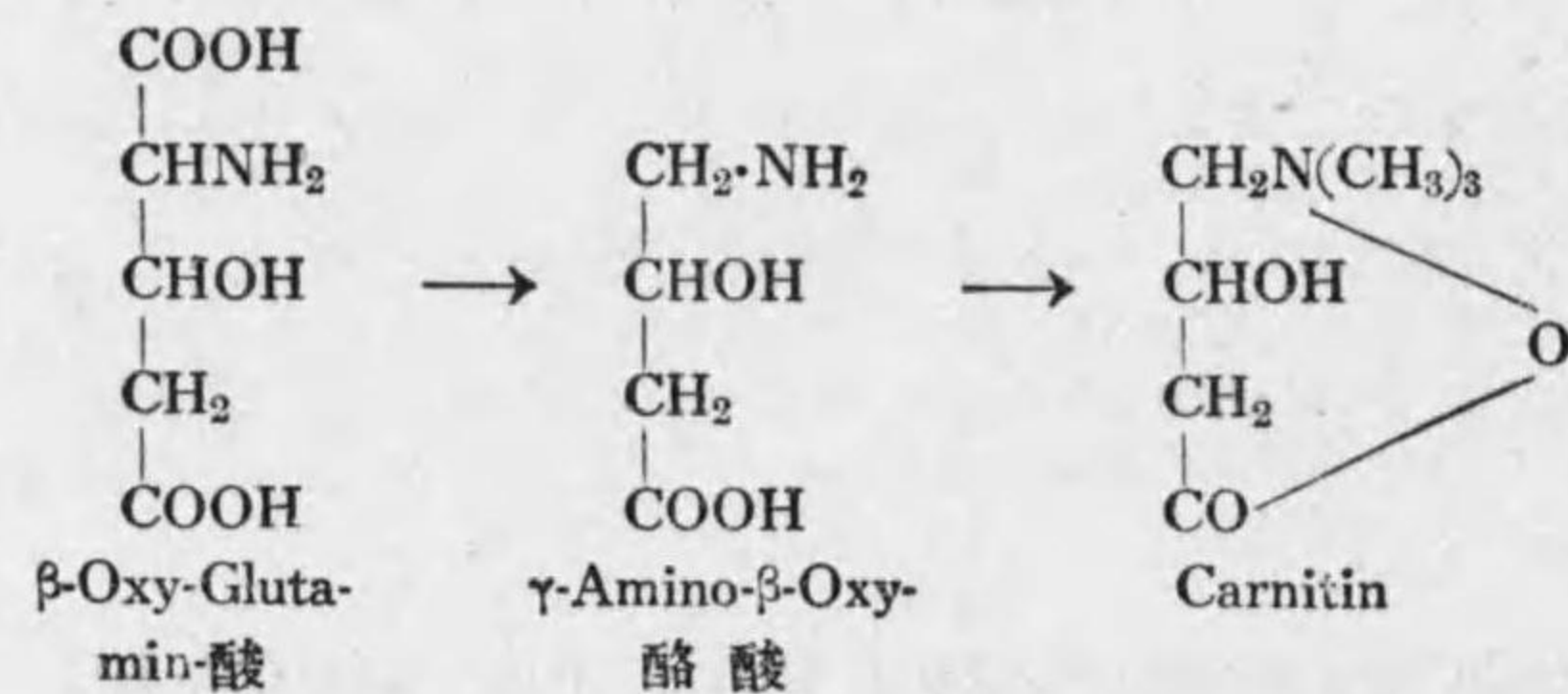
3. Anserin  $C_{10}H_{16}N_4O_3$  (Methylcarnosin)



鳥類、爬蟲類及哺乳類の筋肉内に存在し之を分解する時は  $\beta$ -Alanin 及 Methylhistidin なる。熔融點 238—239°,  $[\alpha]_D = +11.2^\circ$ 。鹽化白金及鹽化金を複鹽を形成す。磷-Wolfram-酸、硝酸水銀等に沈澱す。

4. Carnitin  $(\text{CH}_3)_3\text{N} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CHOH} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CO}$   $C_7H_{15}NO_3$

筋肉中の常成分として存する一種の Betain なり。其構造は Tomita 及 Sendju<sup>2</sup> の研究により上掲の如く  $\gamma$ -Dimethylamino- $\alpha$ -Oxy-酪酸-Methylbetain なること明かなれり。  $\beta$ -Oxy-Glutamin-酸の脱炭素酸産物なる  $\gamma$ -Amino- $\beta$ -Oxy-酪酸が完全に Methyl-化せられて發生したるものこそ考ふることを得



Carnitin は Baryt にて之を分解すれば Trimethylamin を遊離し、鹽酸と共に煮沸すれば水を分離して、Croton-betain となり、腐敗を蒙むれば Butyrobetain に變ず。

<sup>1</sup> Tomita 及 Sendju: Z. f. physiol. Chem. 169, 263 [1927]

5. Crotonbetain  $(\text{CH}_3)_3\text{N} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH} = \text{CH} \cdot \text{CO}$

Liebig の肉-Ex より Carnitin と共に金鹽として析出せらる。過-Mangan-酸加里を常温に於て脱色す (Linneweh<sup>1</sup>)

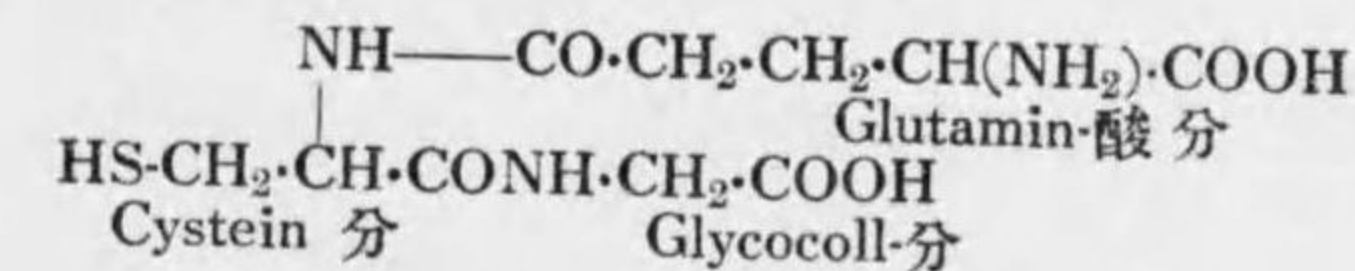
6. Purin-體

筋肉内には尿酸、Xanthin, Hypoxanthin, Guanin 及び Adenin あり、Purin-N の總量は哺乳獸の筋肉にては 0.023—0.06%, 鳥類にては 0.05—0.1% なり。就中 Hypoxanthin の量最も多きが如し。Purin-N の含量は行作時に減少し、之と同時に血液及尿中の尿酸-N 及 Allantoin-N 増量す。

7. Inosin-酸及び Adenyl-酸

筋肉中に Adenyl-酸あり又肉汁中に Inosin-酸あり何れも簡單なる核酸にしてこれを水解すれば構成成分たる磷酸、d-Ribose 及び Purin なる。

8. Glutathion (還元型)



筋肉中に存するは主として還元型なり含鐵酸素賦活系に遇ひて酸化型の Glutathion に變ずる時は容易に脱水素系より水素を受容するを以て筋肉内酸化作用に重要な作用を営む。其含量は白筋にては 0.03—0.05% 赤筋にては 0.066—0.107%, 心筋にては 0.1—0.11% にして永續行作を営む筋肉に大なり。

9. Amino-酸

筋肉浸出分の約 1.5% は六炭鹽基及び Amino-酸よりなる。その他 Methylguanidin の存在を説くものあるも疑はし。無脊椎動物(甲殻類)の筋肉中には Arginin-磷酸存在す。

<sup>1</sup> Linneweh: Z. f. Physiol. Chem. 175, 91 [1928]



#### 第四節 磷酸含有浸出分

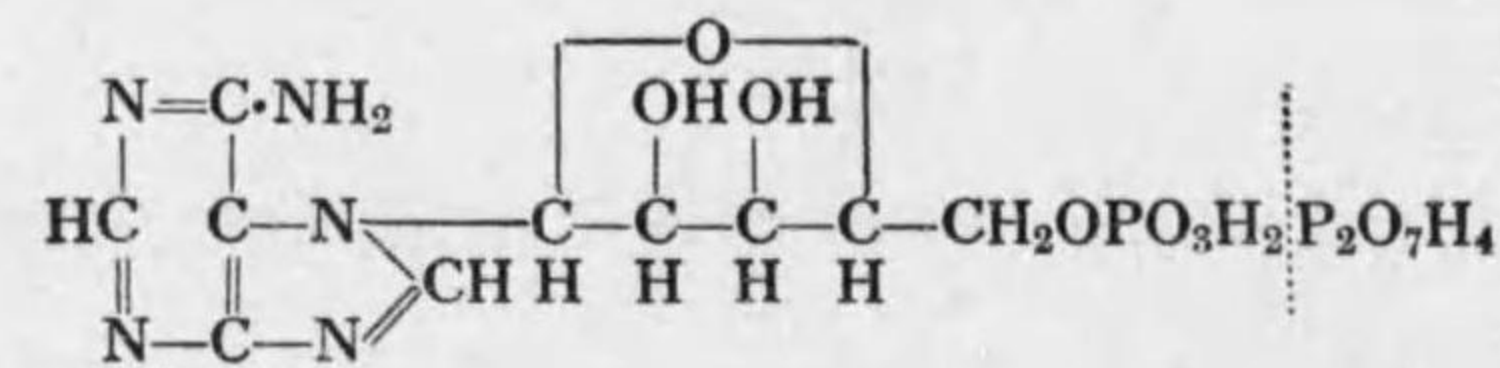
筋肉内には核蛋白體及磷脂質以外の有機性磷酸化合物あり。六炭糖磷酸, Adenosin-磷酸, Inosin-磷酸, Kreatin-磷酸及 Arginin-磷酸等之なり。

**六炭糖一磷酸-Ester** 新鮮なる筋肉内に存し  $[\alpha]_D = +29.5^\circ$ 。其 Barium-鹽は水に溶解し, Methylalcohol に沈澱す。Brucin-鹽は  $125-126^\circ$  にて熔融す。

**六炭糖二磷酸-Ester** 強度の左旋性を有す。 ( $[\alpha]_D = \text{約} -30^\circ$ ) を有す。其 Barium-鹽は水に溶解せず, 弗化物は此ものの生成を助長す。筋肉内に存する酵素の爲めに分解せられて磷酸及 Methylglyoxal を發生す。白色筋に多く赤色筋には少なし。

是等の糖磷酸-Ester は糖の酸化の前提として必要のものなるべし。

##### Adenosin-焦性磷酸



新鮮なる筋肉中に存し滲の作用を蒙むる時は焦性磷酸及 Adenyl-酸となり, 定規鹽酸と共に半時間加熱せらるる時は二分子の磷酸, Adenin 及 Ribose-磷酸となる。

筋肉行作時には焦性磷酸は Ortho-磷酸に變じ休息時に再び合成せらるべく, 又 Adenyl-酸は筋肉行作時に安門を分離し Inosin-磷酸 (Inosin-酸) となり休息時に再び生成せらるるこいふ。

**Kreatin-磷酸** 筋肉内に存在し, 酸性浸出剤によりて初めて浸出せらる。然れども酸の爲めに容易に分解せられて Kreatin と磷酸とに變ずるを以て久しく研究者の注意を免かれたるものなり。

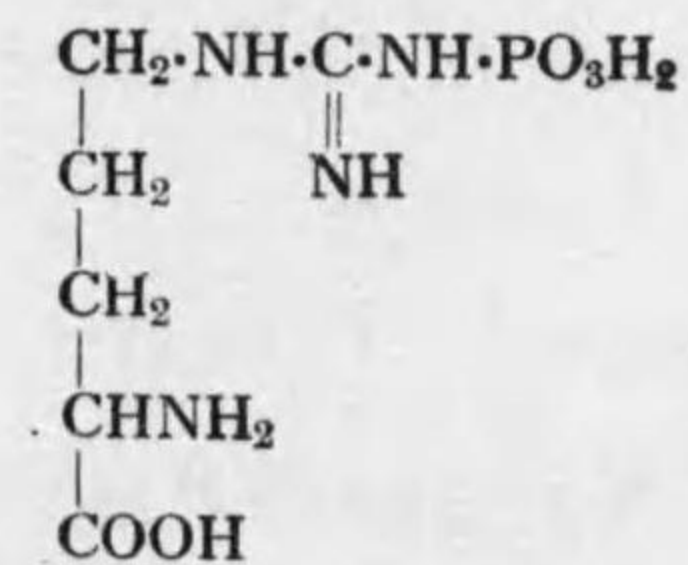
筋肉を神経を刺戟せざる様にして速かに切出し, 液體空氣にて氷結せしめ, 粉碎し, 2回氷冷の5% Trichlor-醋酸にて浸出し, 冷却下に Phenolphthalein に對し中和し, Ortho-磷酸を他の挾雜物と共に  $\text{CaCl}_2$  及  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  にて除去し, 濾液に3倍容の中性 Alcohol を加へ 磷-Kreatin-Calcium を沈澱せしむるこを得。

Briggs の磷酸定量法に用ゆる Molybden-酸は觸媒的に 磷-Kreatin の分解を約15倍も増進するを以て速時に此色を採讀するか, 豫め の磷酸を除去するを要す。

磷-Kreatin-磷は筋全酸溶性磷酸の約75% (全磷の約40%) を占む, 白色筋は之を含むこ最も大に, 赤色筋及心室筋は遙かに少なく, 房筋及平滑筋は最も小なり。

磷-Kreatin は休息時にてよく酸素の供給を受くる筋にては安定なるも酸素供給杜絶する時又は炭酸氣中には分解を蒙る。筋肉收縮時に分解し休息時に再び生成せらる。再生は壓搾液若くは無蛋白浸出液中にても行はる。磷-Kreatin が分解する時は中性反應にては1gの磷酸に對し約120 cal, 酸性にては約150 cal の熱量を發生す。従つて再生時には他の分解順程によりて此 Energi を供給するを要す。

##### Arginin-磷酸 $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{O}_5\text{N}_4\cdot\text{PO}_3\text{H}_2$



無脊椎動物の筋肉中には 磷-Kreatin なく, 之に代りて Arginin-磷酸存在す。其 Ba-鹽, 硫酸鹽, 遊離酸等何れも Alcohol によりて沈澱せらるるこを得。其態度は凡て 磷-Kreatin の場合に等し。



### 第五節 筋肉の非含窒素浸出分

筋肉内に存在する非含窒素浸出分は主として Inosit 及び乳酸なり。

#### 1. Inosit $C_6H_6(OH)_6 \cdot H_2O$

Inosit は六水化飽和-Benzol にして筋肉以外尙肝臓、脾臓、白血球、腎臓、副腎及び尿中に見出さる、その磷酸と結合せる者を Phytin と稱し植物界に汎く存在す。無色單斜系に屬する結晶にして一分子の結晶水を有し、 $110^\circ$  に於て結晶水を失ひ  $225^\circ$  にて熔融す。7.5 倍の水に溶解す、溶液は旋光性を有せず。強度の Alcohol 及び Ether には溶解せず、鉛醋によりて沈澱す、甘味を有し且つ糖類の如く鹼性溶液に於て水酸化銅を溶解するもこれを還元する的作用なきのみならず、酵母によりても醱酵することなし、然れども乳酸醱酵及び酪酸醱酵を惹起す。

#### 2. 1(+)-乳酸(肉乳酸, Fleischmilchsäure)

筋肉内には右旋性を有する乳酸存在す。主として糖原の分解によりて發生す。海狸及鼠にて測定せられたる處によれば休息時の筋肉乳酸含量は約 15 mg % なりといふ (Devenport. J. Biol. Chem 76, 651, 1928) 常に筋肉動作の際に増加するも血行盛にして酸素の供給充分なる時はその含量少なし。これに反し死後血行杜絶する時は乳酸の量著しく増大す。

乳酸は濃稠なる汁巴をなし之れを放置する時は一部水を失ひて Lacton に變ず。水、Alcohol 及び Ether によく溶解す。肉乳酸は右旋性を呈し  $[\alpha]_D = +3.5^\circ$ 、亞鉛及び Calcium と特異の鹽を作る。

乳酸溶液に過剰の炭酸亞鉛を加へ煮沸し熱時濾過を行ふに冷却に際し乳酸亞鉛を析出す。

#### 3. 筋肉色素

筋肉内に Myochrom なる色素あり Hb と同様なる Hemin を發生すといふ。其含量不定にして心筋、横隔膜の如く作用大なるものに多く含まる

といふ。平滑筋には含有せられず。

蛙の筋肉中に存する色素は Ether に溶解する Lipochrom なり。

### 第六節 筋肉の脂質

#### 1. 筋肉脂肪

筋肉は筋纖維間の結締組織中にある脂肪以外に尙筋鞘内の收縮物質中に多量の脂肪を含有す、その量は約 1% なりと雖も動物の種類により 10% に達するものあり。是等は營養状態によりて消長し蓄積質と看做すべきものなり。之に反し Lecithin 及 Cholesterin は其量常に一定し細胞の機能に必要なり。

#### 2. Lecithin

筋肉内の Lecithin は主として肉漿内に存し其含量は體筋に於ては比較的少なるも心臓の筋肉に於ては甚だ多量にして Ether 浸出物の 60—70% を占む。

筋の種類	Ether 浸出物	Lecithin
犬の心筋	12.6%	8.30%
犬の體筋	13.96	4.83

#### 3. Cholesterin

筋肉は常に一定の Cholesterin を含みその量は固形分の約 0.2% なり。疲勞するこゝろ遅き筋肉は Cholesterin を含むこゝろ最も大なり。

### 第七節 筋肉の無機成分

#### 1. 水

筋肉の含有する水分はその脂肪量に従ひ著しく差異を呈し、脂肪に富めるものは水分少なし。又動作せる筋肉は休止せる筋肉よりも水量多く、晝夜間斷なく動作する心筋の如きは殊に水分に富む。



哺乳動物の筋肉は概して20—30%の水分を含有す。魚類の筋肉は之よりも水分多く、鳥類は水分少なきを常とす。

## 2. 鑛質

筋肉の無機成分の量は大約下の如し。

	K	Na	Fe	Ca	Mg	P	Cl
人	0.32	0.08	0.0147	0.0075	0.0212	0.203	0.07
家 兎	0.398	0.045	0.0054	0.0183	0.0287	0.250	0.05
犬	0.325	0.094	0.0045	0.0068	0.0237	0.220	0.08
鶏	0.465	0.095	0.0093	0.0105	0.0370	0.258	0.06
蛙	0.308	0.055	0.0062	0.0157	0.0235	0.186	0.04

即筋肉の灰分は各種動物を通じ著しく恒定し、且つ血清と異なり Natrium 量が Kalium よりも少なく、Ca が Magnesium よりも少なきを以て特異とす。

磷酸及 Kalium の量他の無機分に比し著しく大なるは Kreatin-磷酸 Kalium, Adenyl-酸-Kalium, 六炭糖磷酸-Ester として存在せるが爲なり。又最近筋肉内に焦性磷酸鹽が酸溶性磷の一部として存在するこも明かなれり、此ものは 1N HCl にて 100° に 7 分間加熱せらるる時は悉く磷酸に變ず 1g の新鮮筋肉中に約 0.6—0.9 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> の割合に於て含有せられ筋肉内全酸溶性磷酸鹽の約 20% を占む (Lohmann<sup>1</sup>)。

## 第八節 平滑筋の化學

平滑筋は横紋筋に比し稍多量の水分及稍少量の浸出分を含有す。核蛋白質の外横紋筋と同じく二種の凝固性蛋白質を含有し尙 Kreatin, Kreatinin, Taurin, Inosit, 糖原, 乳酸を有す。Purin-鹽基の量は横紋筋に於けるよりも遙かに多し。

<sup>1</sup> Lohmann: Bioch. Z. 202, 466, [1928]

## 第九節 筋肉の收縮

筋肉の收縮を稱するも實際筋肉が其容積を減少するに非ず寧ろ短縮といふを適當とす。即ち該組織の一端が固定せられたる時他端が之に近づく如く動くに止まる。

筋肉には二種あり。一は横紋を有し骨格に附着して随意に之を支配するこもを得るもの他は内臓血管及び其他にある不随意筋なり其中間の移行型も亦存在す。心筋の如き即之なり。

横紋筋は交互に暗帯及び明帯を有し其内暗帯は重屈折の性状を呈す。收縮時に當り暗帯は明亮に明帯は暗色に變ず。然れども此際重屈折の性状には變化なし。單屈折の部は收縮時に其容積を減じ重屈折部の容積増加す、之れ液が單屈折部より重屈折部に移行するが爲なり。

電氣を以て一回筋神経調材の神経を刺戟するに筋は .002—0.003 秒の後一定の速度を以て收縮し後又弛緩す。若し第一回の收縮全く復歸せざる間に之に第二回の刺戟を與ふる時は第二回の刺戟に對する收縮は刺戟の瞬間に於ける第一回收縮の状態より初まるにより收縮の度第一回收縮の時よりも大なる故に若し斯の如き刺戟を反復する時は收縮漸次積和して大なる收縮を現はす。然れども各收縮に對する弛緩も亦從て起るを以て終に收縮の度一定す之を Tetani-性收縮と稱す。普通軀幹筋の收縮は少なくも 3—4 回以上の刺戟によりて起るものの如し。

筋肉が刺戟せられて收縮する時は張力發生し之によりて或は物質を擧げ、或は他の Energi を要する官能を營むこもを得、收縮は酸素の存在せざる處に於ても起り收縮時には炭酸の發生するこも亦小にして、酸素の費消、炭酸及び熱の發生は寧ろ筋肉弛緩後に於て大なるにより考ふる時は筋肉の收縮に際し遊離せらるる Energi は豫め筋肉内に蘊蓄せられたる或種物理化學的持滿性 Energi より發生し此持滿性 Energi を復舊せしむる爲め



に化合物の酸化行はるものなるべし。今酸素の存在及び不在に於て蛙筋の等伸収縮の際發生する熱の割合を擧ぐれば下の如し。但し収縮時及び弛緩時に於て發生する熱を1とす。

時 期	熱發生の割合
収縮及び弛緩時(酸素の存否に關せず)	1.0
収縮時 ( „ )	0.6
弛緩時 ( „ )	0.4
弛緩後恢復時(酸素の不在に於て)	0.25
„ „ (酸素の存在に於て)	1.5

収縮時及び弛緩時に於て發生する熱量を、此時營爲し得る行作を比較する時は筋肉内に存する持満性 Energi は殆ど全く器械的 Energi に轉換せられ得ることを知る。弛緩後恢復時に於て化合物の酸化により失はるる熱量(行作時の1.5倍)を考慮に入るとは機關筋肉の効率理論上40%となる。實際吾人の労働時に於ける行作量は此際増加したる熱量の33%に達せしむることを得。

蛙に40mgの沃度醋酸若しくは臭素醋酸を注射する時は1時間後に完全に強直す。然るに注射前に坐骨叢を切除し置く時は注射後一時間を経るも其部の脚に強直起らず。斯の如き神経筋調材を取出し之を刺戟するに60—100回迄は収縮の状態正常時の収縮と異なることなく夫より収縮減少し攣縮現はれ間もなく強直に陥る。是等の變化の際毫も乳酸の發生を見ることなし。

此の無乳酸収縮時に當り其張力の増加、及び熱の遊離に比例して磷-Kreatin 分解すること發見せられたり、尙 Adenyl-焦性磷酸水解せられて磷酸を分離し又安門を脱離すること正常筋肉よりも多し、一分子の磷-Kreatin の分解は12 Cal. の熱量を發生し、Adenyl-焦性磷酸の水解は25 Cal., 脱安門作用は8 Cal. の熱の發生を伴ふ。

是等の事實より正常時収縮に際しても先づ第一に起る變化は磷-Kreatin

の分解にして此變化に次いで正常筋にては無酸素的恢復期に於てAdenyl-三磷酸の水解及び脱 Amino-作用行はれて磷-Kreatin の合成行はれ次で糖原より乳酸の生成による Energi により Adenyl-三磷酸再び合成補充せらるるものなりと考へらる。核酸の脱-Amino-化したものは Amino-酸の酸化的脱-Amino-化作用により再び Amino-化せらる。焦性磷核酸の合成も完結す。此際斯く正常筋にては磷-Kreatin の復舊行はるるにより無酸素時に於ても沃度醋酸中毒筋と異なり久しく行作を營むも強直を起すことなし。

酸化的恢復期に於ては糖質の酸化によりて遊離する Energi の爲めに磷-Kreatin は悉く合成せられ、収縮時に發生したる乳酸は全く消失し糖原合成せらる。

筋肉行作時に當り其 Energi は主として糖質及び脂質の分解によりて供給せらる。即筋肉が0.5%よりも多く糖原を含有する時は筋肉は其 Energi を殆ど糖原より用ひ若し筋肉糖原量が0.3%よりも小なる時は脂酸等より其 Energi を求む(Ochoa)<sup>1</sup>。

強直は磷-Kreatin の消耗時に起る、此時如何なる變化が蛋白質に起るかは明ならず。

### 疲 勞

筋肉の作用に伴ふ酸化不十分にして乳酸の發生一定度を超過する時は筋肉は疲勞に陥る、従て酸素の供給不完全なる時は疲勞速かに現はる。疲勞時の筋肉に於て全磷酸量は變化を蒙らざるも Lactacidogen-磷酸量減少し無機磷酸量増加す。磷脂質の量には増減なし。此時血液に於ても無機磷酸量増量し Lactacidogen-磷酸量減少す(Cuthbertson<sup>2</sup>)。

<sup>1</sup> Ochoa: Bioch. Z. 227, 116 [1930] <sup>2</sup> Cuthbertson: Bioch. J. 19, 896 [1925]



## 第四章 神經組織

神経系に中央神経系及び末梢神経系を區別す。前者に屬するものは腦、脊髄、延髄にして後者は神経なり。中央神経系は白色質及び灰色質の二部よりなり、白色質には神経纖維を藏し、灰色質には神経細胞を存す。末梢神経は神経纖維が結締組織にて互に結合せられたるものなり。

### 第一節 神経細胞及び神経纖維

神経組織を構成する化學的成分は蛋白質、糖脂質、磷脂質、脂肪、Cholesterin、浸出分、鹽類等にしてこれらは神経組織中に一樣に存在するにあらず各顯微鏡的素質は諸種の異なる化學的成分を含有す。神経組織は他の組織に比し脂質分量及構成分の差大なるを特異す。

**神経細胞** 神経細胞は原形質及び核よりなるを以て蛋白質に富む、從て主として神経細胞を含有する灰色質も亦多量の蛋白質を含む、神経細胞内には蛋白質以外に尙灰色の色素あり恐らく血色素より變性したるものならむ。細胞核は他の細胞核に於けるに等しく主に核素より作らる。Nisslの體は核蛋白質より形成せらるるものの如く之に核酵素を作用せしむれば消失し又鹽酸、硫酸及硝酸等に溶解するも醋酸にはこけず。

**神経纖維** は軸索<sup>1</sup>、神経鞘及びその間に介在する髓鞘の三部より構成せらる、この内軸索は主として蛋白質及び脂肪よりなり、神経鞘は神経角素より作られ、髓鞘は Myelin と稱するものよりなる、Myelin は化學的純一なる物質ならずして磷脂質、糖脂質及び Cholesterin の混合物なり。

### 第二節 神経組織の化學的成分

蛋白質と脂質とが密接に混合して形成せらるる組織なり。著しく水分を

<sup>1</sup> Achsenzylinder

含有する性を有す。水分は殊に灰色質に多く、胎兒に著し。胎兒の腦灰色質は約92%の水分を含み、成人の灰色質は83—84%の水分を含有す。

#### 1. 蛋白質

蛋白質は總固形分の約50%を占む。腦中に存する溶解性の蛋白質は二種の球素及び一種の核蛋白質より成る、球素の内一は47° (Neuroglobulin α)、他は70—75° (Neuroglobulin β)の凝固溫度を有し、核蛋白質は56—60°に於て凝固す(約0.5%のPを含む)。蛙の腦中には尙39—40°にて凝固する第四の溶解性蛋白質あり、熱に對する神経系の抵抗性は主として蛋白質の凝固溫度の高低に關するものの如し。

その外神経鞘を構成する神経角素(脂質を Alcohol 及 Ether にて浸出したる後、溶解性蛋白質を消化し、残渣を更に濾にて處理したる時變化せられずして残留するものにして白色質より灰色質に多し)。神経結締組織内に含有せらるる膠原及び彈力素あり。

#### 2. 脂質

正常腦には中性脂肪を殆んど全く缺如す。神経中に存する脂質の大部分は Cholesterin 及磷脂質にして之に次ぎ糖脂質存在す。糖脂質は體の他の部に比し神経にここに多量に含有せらるる成分なり。

##### A. 糖脂質

腦中に存する糖脂質は Phrenosin, Kerasin 及 Nervon 等にして胎兒の腦中には見るこまなく髓鞘の發生に伴ひて出現す。

糖脂質の量は腦の Chloroform 浸出物を稀硫酸 Methylalcohol 溶液と共に水浴上に加熱して分解し此時遊離する Galactose を測定して之を定量するこまを得。

##### B. 磷脂質

最も重要な構成分なり。神経組織中には Lecithin よりも Kephalin 多し。



## C. Cholesterin

大部分(99%)は遊離の状態に於て存在し白色質に多し。Oxycholesterinも亦存在す。

## 3. 糖 質

營養可良なる犬の腦中には約0.23%の糖原あり。

## 4. 浸出分

浸出分は筋肉に於けるものと酷似せり、即 Kreatin, Adenyl-酸, Inosit, Cholin, 肉乳酸, 琥珀酸, 尿酸, Purin-鹽基及び尿素等を含有す。

## 5. 鹽 類

腦の鹽質分の定量は困難なり之れ磷及硫黃の大部は有機性化合物として存在し灰化に際して他の鹽質分と共に定量せらるるのみならず、他方鹽類の一部は脂質と結合して有機溶媒中に溶解するにより有機性の磷及硫黃を分離するに難きが故なり。

灰分中主として存するは磷酸、鹽酸、Kalium, Natriumにしてその他少量の硫酸、Calcium, Magnesium, 鐵, Mangan 及銅を含有す。筋肉に於けるが如く Kalium は Natrium より大に、Magnesium は Calcium よりも多し。

## 6. 酵 素

Katalase, 過酸化酵素, 脂肪酵素, 澱粉酵素及び蛋白酵素あり。

## 第三節 腦の組成

Fränkel の測定によれば腦は平均23%の固形分を含有す固形成分の約 $\frac{1}{3}$ は蛋白質様物質よりなり、 $\frac{2}{3}$ は類脂體の占むる處なる。その内 Cholesterin は腦固形分の10%に上り、不飽和化合物は30%に達す。

腦の灰色質は神經細胞及び無鞘神經纖維よりなるを以て蛋白質及び核素に富み、白色質は有鞘神經纖維よりなるを以て神經角素(3%), 磷

脂質, 糖脂質, Cholesterin 等を含むこと多し。又灰色質は白色質よりも遙に多量の鹽類を保有す。灰色質より得たる灰分は鹼性なるも白色質より得たるものは酸性なり。

## 各神經組織の定量的組成

神經組織の各部は夫々異なりたる機能を營み之に従ひて其組成を異にす。尙神經の岐化は生後に於ても不絶行はるるにより年齢と共に組成の變化あり。

神經各部の水分, 固形分及び蛋白質量

(人, 猿, 犬, 猫の平均値)

	水 分	固 形 分	固 形 分 中 の 蛋白質量 (%)
灰 白 質	83.5	16.5	51
白 色 質	70.0	30.0	33
小 腦	80.0	20.0	42
脊 髓	71.6	28.4	31
坐 骨 神 經	61.3	38.7	29

灰色質及び白色質の浸出割量 (Weil<sup>1</sup>)

浸 出 劑	牛		人 (全 腦)
	灰 白 質	白 色 質	
水	13	6	—
Aceton	17	16	11
石油-Ether	16	34	27.8
Benzol	3	9	13.53
Alcohol	6	3	6.26
Ether	—	—	0.92
殘 渣	45	32	31.63

成人灰白質及び白色質中の脂質の分布

(乾燥分の百分比)

	Koch 及 Mann			Smith 及 Mair	
	灰 色	白 色	全	灰 色	白 色
Cholesterin	4.9	18.5	11.7	5.64	13.80

<sup>1</sup> Weil: Pflüger's Arch. 179, 21, [1920]



燐脂質	23.7	31.0	27.3	15.28	22.65
糖脂質	8.8	16.6	12.5	1.94	12.24
爾他類脂質	—	—	—	6.23	10.38
合計	37.4	66.1	51.5	29.09	59.07

即成人の白色質は灰色質よりも倍量の脂質を含有す。燐脂質は灰色質に多く、糖脂質は白色質に多し。

幼生兒にては未だ灰色質及白色質に岐化せられず全部成人の灰白質に似たる構造を有し、發育するに従ひ白色質發生す。幼兒の成長と組成との關係を示せば次の如し。

幼兒各期の腦の組成 (%)

年 齡	死 産		3 月		13 月		5 年		成 人	
	白 色	灰 色	白 色	灰 色	白 色	灰 色	白 色	灰 色	白 色	灰 色
Chloroform 浸出分	31	25	40	31	53	29	51	31	59	29
Cholesterin	6.97	4.50	7.48	5.14	12.82	6.12	12.24	4.96	13.80	5.54
糖 脂 質	1.18	0.70	3.66	0.68	9.75	1.27	8.26	1.33	12.15	1.94
燐 脂 質	16.49	15.28	16.49	7.30	19.48	15.09	22.10	15.80	20.91	17.51
爾他類脂體	6.35	12.5	9.14	10.09	8.33	5.81	9.59	7.20	10.38	6.24

此表に見る如く類脂體は年と共に増加しここに糖脂質は全く成長するまで増加しつつあり。

腦の組成は營養状態によりて左右せらるるこゝ極めて少なく饑餓にて斃れたる動物の重量の減少は約1%に過ぎず、ここに脂質の量は恒定す。

#### 第四節 神經行作時の化學變化

神經行作時には肉眼にも亦顯微鏡的にも神經の構造に變化を認むるこゝ能はず唯電氣的現象に僅少なる熱の發生を伴ふのみ、行作終れば直ちに舊態に復するものの如し。然れども若し麻醉劑等にて再生の機能を弱め又刺激を連續する時は一定の化學的變化を認むるこゝを得べし。

腦に入り、腦より出づる血液を分析し腦に於て費消せらるる酸素を測定

するに100gの腦質は1分間に9.95cc.の酸素(犬)を費やす、之れ腦は凡の臓器中最も多く酸素を用ゆる臓器なるを示すものにして筋肉の22倍に相當す。蛙の脊髄は酸素の供給を充分にする時は久しく超生試験に堪ゆる便あるものなるが Winterstein の測定によれば1g1時間に260—300cmmの酸素(全蛙の平均酸素消費の5倍)を費やす。尤も麻醉したる神經も尙酸素を消費し、又 Alcohol 麻醉に陥り全く反射機能を失ひたるものも酸素を多く消費するにより興奮の度と酸素消費の高さは一致するものにはあらず。

Na 及 Ca は神經の行作に必要なりKは少量にても有害なり。

休息時の腦の反應は鹼性なり死後直ちに酸性に變ず。休息時の腦の乳酸量は15mg%なるも空中に之を放置するこゝ一分なれば45mg%、10分なれば120mg%による (Cobet: Arch. f. exp. Path u. Pharm. 145, 141, 1929)

酸素供給時に電氣にて神經を刺戟する時は窒素の減少を招き此時NH<sub>3</sub>を發生す。脊髄にては此NH<sub>3</sub>を更に他の物質に導く機能あるものの如しこゝいふ。脂質も亦減少し、燐量も休息時は新鮮物質の0.2%なるもの其の内の10—20%減少す。安門は脂質又は Adenyl-酸より發生するものならむ。

腦は又糖を消費す、麻醉によりて消費量減じ、酸素杜絶にては止み、電氣的刺戟にては消費量平時の倍量なる。葡萄糖と同じく果糖及 Galactose 使用せられ Galactose は効果最も大なり。糖原も行作時に用ゐらる。

灰色質は白色質よりも代謝量2—3倍するものの如し。

人間脊髄は平均74%の水分、14%の脂質、4%の Cholesterin、8%の蛋白質を含有し、脂質の内不飽和燐脂質は12%、飽和脂質は1.5%を占む。Kephalin を含むこゝ大なり。

#### 第五章 血液<sup>1</sup>

血液は血漿及び有形成素より構成せらるる流動性の組織にして、有形成素

<sup>1</sup> Blut



は赤血球、白血球及び血小板より成る。

単一の細胞よりなれる原蟲類にありては單にその表面に於て彌散作用によりて周囲の液との間に物質の交換を營み以て自體に必要な養分を攝取し不要なる産物を排泄するを得る。高等なる動物に至りては結構上個々の細胞は自ら養分を攝取し不要分を排泄するに能はざる位置にあるを以て勢ひ細胞と外界との間は立ちて物質運輸の衝に當るものを要す、この任を充たすものは即ち血液にして、一方に於ては消化管より吸収せられたる養分及び肺臓に於て得たる酸素を組織内の細胞に送り、他方に於ては細胞にて酸化の結果生じたる炭酸及びその他の燃焼産物を肺臓、腎臓、腸及び皮膚等の排泄臓器に送る。

かくの如く血液は養分を組織細胞に供給するに同時に細胞に對し常に適當なる反應、滲透壓を有する環境となるものなるが故にその組成は大に一定し居れり。

これ等主なる官能以外に血液は尙他の必須なる官能を有す、即ち毒素若くは細菌の侵害を蒙りたる動物の血液中には抗毒素<sup>1</sup>、解菌素<sup>2</sup>等を含み再度の侵害に對し抵抗力を與へ又居常血液中には各臓器若くは組織にて生成せられたる覺醒素<sup>3</sup>を含有し神経と並び立ちて他の臓器及び組織の官能を調節し、又後篇に於て述ふるが如く體温の調節に與かる。

## 第一節 血液の性状

### 第一項 物理的及び物理化學的性状

血液は粘稠、赤色、不透明、中性の液體にして少しく鹹味を有し特有の臭氣を發す。比重平均1.054—1.060の間にあり。結氷點は食物攝取及びその他の状態によりて少しく上下すれども大體に於ては變化するに乏しく大約零下0.56°を占む。血液の粘稠度は5.1なり。

1 Antitoxin 2 Bacteriolysin 3 Hormone

色 血液の赤色なるは赤血球中に存在する血色素に基因す。動靜兩脈血は互にその色を異にし、動脈血は鮮紅色を呈し、靜脈血は暗赤色を帶ぶ、これらの色彩の差異は酸素を含むことの多少に依りて生ずるものなり。血液が不透明にして如何に薄層となすも透明となるに乏しきは血色素が赤血球内に限局し、浮游體として淡色なる血漿中に存在するが爲なり、故に血液に多量の水若くは微量の安門水を加へ赤血球を破壊すれば血色素は血漿中に移行して一樣の溶液となるを以て血液は透明となるべし、これに反し濃厚なる鹽溶液を加へ、赤血球を收縮せしむる時は不透明の度増加す。

比重 血液の比重を測定するに Hammerschlag の法あり。その法、まづ Chloroform と Benzol とを混じて比重約1.050の混合液を作り、これに血液の一滴を入るるにその比重の大小により或は沈下し、或は浮昇すべきを以て混合液に或は Chloroform、或は Benzol を添加し混合液の比重を血液に近からしめ、血滴の浮沈せざるに及びて混合液の比量を普通の方法にて測定する時はその數値は血液の比重を表示すべし。血液の比重は女子にありては男子よりも稍小に(平均男子は1.057、女子は1.053)、晝間は夜間よりも小なり(其差平均男子0.0023、女子0.0027に達す)、又食物攝取後には比重小となり之に反し勞働後には其値増大す。血漿の比重は1.0237—1.0276; 血球の比重は約1.088なり。

赤血球沈降速度 正常血液にては赤血球沈降速度比較的小なるも妊娠時及傳染病罹患時に増大し其診斷に供せらるることを得。是等の際沈降速度増大するは血漿内各蛋白質分割の異常を來たし血球の電荷を變化せしむる爲なり。

滲透壓 結氷點降下度は上述の如く0.56°なり。而して1 Mol の溶液の結氷點降下度は1.85°なるにより、人血の Mol-濃度は0.56:1.85即0.3なり然るに1 Mol 溶液は22.4氣壓の滲透壓を呈するを以て血液は約7氣壓の滲透壓を有するところを知るべし。この壓の $\frac{3}{4}$ は電解質、 $\frac{1}{4}$ は非電解質







第一項 血漿<sup>1</sup>

絞上の血液凝固を緩慢ならしむる何れかの方法により血液の凝固を妨げて静置するときは比重大なる血球は漸次器底に沈降し、上部には血漿よりなれる透明の層を得べし。尤もこの時用のべき方法は血液の成分に化学的變化を起さざるものなることを要す。普通用ゐらるるものは冷温或は中性鹽添加なり。

**冷漿** 血液を脈管より直ちに冷却せる硝子筒に盛り、氷を用ゐて急速に冷却し零度に於て久しくこれを放置すれば血球は漸次器底に沈降し上方に血漿を分離す。これを冷漏斗にて濾過すれば白血球を除去するを得べし。

かくして得たる血漿は粘稠、透明、黄色の液にして Lackmus に對しては鹼性を呈するも、その内に存する水酸基-Ion の量は純水と大差なし。その比重は 1.027 より 1.032 の間を上下す。血漿は大凡 90% の水分、10% の固形分を有し。固形分中には 0.3—0.6% の纖維素、7—8% の爾他の蛋白質、約 0.5% の浸出質及び 0.7—1.0% の礦質を含む。

**鹽漿** 種々の鹽を用ゐて血液の凝固を防止するを得、即ち飽和硫酸曹達液中に同量の血液を加ふるか、飽和硫酸-Magnesium-液に 3 倍の血液を加ふるか、1% の蔞酸加里液 1 分に 9 分の血液を混するか又は 3% の弗化曹達液 1 分に 9 分の血液を混じて靜かに攪拌したる後にこれを放置すれば血球は沈降し上方に血漿を分離す。これらの血漿は共に自然に凝固するの性を缺く。その用ゐたる鹽によりこれを名くるに硫酸曹達漿、硫酸-Magnesium-漿、蔞酸鹽漿若くは弗化鹽漿等を以てす。

**Hirudin-漿** 血液に水蛭の口腔腺浸出液若くは其精製物なる Hirudin を添加する時にも血液の凝固障碍せられ血漿を分離す之を Hirudin-漿といふ。Hirudin は蛋白酵素により此作用を失ふにより Polypeptid 様の物質

1 Blutplasma 2 Salzplasma

るべしを考へらる。

**蛇毒漿及 Pepton-漿** 上に述べたる諸處置を異なり直接に之を血液に添加したる際には何等血液の凝固を防止する的作用を有せずして之を血管内に注射する時血液の凝固性を失はしむるものあり。蛇毒及び Pepton 等に屬す。是等の適量例へば體重 1 kg に對し蛇毒にありては通常 0.1 mg 以上、Pepton にありては 0.3 g 以上を注射し半時間を経過せざる時期に攝取したる血液は凝固性を有せず。此時凝固を障碍する物質は肝臓に於て發生するものの如し、かくの如くして得たる血漿を蛇毒漿及び Pepton-漿と稱す。

**Heparin-漿** 除血肝臓の食鹽浸出液に Aceton を加へて沈澱せしめて得たるものに Heparin あり此ものは窒素及磷を含有せず、水解後に Fehling の液を還元す。Howell は之を Glucuron-酸誘導體と考へたり、此物の 1 mg を 100 cc. の血液に加ふる時は久しきに互り凝固起らず、又 Heparin を靜脈内に注射したる後には出血容易に停止せず。

第二項 血清<sup>1</sup>

血清は血漿より纖維素を除去したるものなるを以て血液凝固の際若くは血漿より纖維素を分離せしむる時に得らる。血清も亦血漿と同じく黄色、中性の液にして血漿を異なり纖維素原を含むこなきが故に自然に凝固するこなきし、纖維素原を除き他の血漿の成分は盡く血清中に含有せらる。人間の血清の粘稠度は 1.7—2.0 なり。之れ其内に存する蛋白質量と比例するものにして悪性貧血症の際には 1.45 に降下するこあり。

## 第三項 血漿中に存する蛋白質

血漿中に含有せらるる蛋白質は纖維素原、血清蛋白素、血清球素及び少量の核蛋白體なり。血清中には勿論纖維素原を缺き、その他の蛋白質は全く血漿中に於けるものと等し。

1 Blutserum



これ等血漿蛋白質はその種類に於て又その量に於て常に一定し、Gliadinの如く多量の Glutamin-酸を含有し血漿内蛋白質と著しくその組成を異にする蛋白質を以て飼養したる動物の血漿中に於ても平常より多量の Glutamin-酸を含有する蛋白質の存在を認むるこなし。

**纖維素原** 球素に屬する一種の蛋白質にして稀酸血漿に同量の飽和食鹽水を加ふる時は沈澱し、稀薄なる食鹽水(7—8%)に再び溶解す。其溶液は52—55°に於て凝固し、糊出至適酸度は pH 4.46 なり。その溶液より Thrombin の作用により不溶解性の纖維素に變ずる性を有す。纖維素原は Cholesterin と結合して存し pH 6 に於て Ether を以て浸出する時は初めて Cholesterin より分離せらるるこを得。(Theorell<sup>1</sup>)

常態に於て血漿中に存在する纖維素原の含量は約 0.3—0.6% にして肺炎その他強度の白血球過多症を惹起する病に際して増量し、これに反し磷中毒、敗血症及び肝臓別出の際缺如す。血液を血管内より取出し纖維素原を除去したる後再び血管内に復歸せしむるに纖維素原の量は暫時にして復舊す。腸間膜靜脈血は之を含むこ他の動脈血よりも大なり。

**血清球素** 血液を硫酸-Magnesium を以て飽和せしむるか或は硫酸安門にて半ば飽和せしむる時に沈澱する蛋白質なり。然れどもこのものは單なる蛋白質にあらずその硫酸安門の  $\frac{1}{3}$  飽和にて既に沈澱するものを眞性球素と云ひ爾餘の球素を偽性球素と稱す。眞性球素は約 0.1% の磷を含有し其内に約 10% の磷脂質を存するものの如く、偽性球素は之に反し磷を含有せず。前者は純水に沈澱し、後者はこれに溶解す。

血清球素の血液中に於ける含量は動物の種類により著しく異なる、饑餓及び傳染病に際しては球素量相對的並びに絶對的に増大し、免疫操作の際にも球素増量し、これに伴ひて蛋白質の量減退す。

**血清蛋白質** 血清蛋白質の大部分を占む。血清より硫酸-Magnesium

<sup>1</sup> Theorell: Bioch. Z. 223, 1 [1930]

にて球素を除去したるものに 1% の割に醋酸を加ふる時析出す、これを集めて弱鹼に溶解せしめ透析にて鹽類を去り低温にて蒸縮す。凝固温度は 70—85° にして鹽類の含量によりて大差あり。人類の血液は血清蛋白質を含有するこ血清球素よりも遙かに多く約その一倍半に達す、病的の際には蛋白質時として著しく減少し、球素量これに代りて著しく増加するこあり。刺血の際には蛋白質増量す。血清蛋白質も亦分割沈澱法によりて少くも二種の蛋白質に分つを得べく即ちその一は 72° の凝固點を有する眞性蛋白質にして、他は 84° の凝固點を有する偽性蛋白質なり。

血漿の蛋白質量は約 7% なり。一定の無機鹽溶液の種々なる濃度に於て鹽析し數種の割合に別つこを得 Howe<sup>1</sup> 其他の人々の研究により蛋白質割合の沈澱は一定の規律を以て行はるるものの如く  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  の 0.75 mol 溶液にては纖維素原沈澱し、眞正球素は 1 mol, 第一偽性球素は 1.25 mol, 凡ての球素は 1.5 mol にて析出し蛋白質より分つこを得。蛋白質を 1.75, 2.00, 2.25, 2.50, 2.75 mol にて沈澱せしめ V, VI, VII, VIII, IX の割合に別ちたり。普通は蛋白質を五割分する必要はなかるべし。

正常人士の血清は Linder, Lundsgaard 及 Van Slyke<sup>2</sup> の研究によれば平均 6.73% の全蛋白質, 2.61% の球素, 4.21% の蛋白質を含有す。蛋白質全量の極大値は 7.45% 極小値は 6.22% なり血漿蛋白質の最も重要な官能は血液と組織との間の正常的滲透關係を維持するにあり。血液の水素-Ion-濃度にては蛋白質の大部分は鹼と結合し従つて可なり明なる滲透壓を有す。Krogh<sup>3</sup> によれば正常人士の血清蛋白質は平均 380 mm 水壓の滲透壓を有す。血清蛋白質は 62000 の分子量、偽性球素は 130000—150000 眞正球素は 174000 の分子量を有すこ稱せらる。若し腎臟疾患にて絲毬體が蛋白質に對し透過性を増大する時は小なる分子量を有する蛋白質は排

<sup>1</sup> Howe: Physiol. Review 5, 439 [1925] <sup>2</sup> Linder, Lundsgaard 及 Van Slyke: Proe. Soc. Exp. Biol. Med. 20, 320 [1922—23] <sup>3</sup> Krogh: Anatomy & Physiol. of Capillaries 1923, 28



泄せられ血清蛋白質に由来する滲透壓減少す、而して減少の度進み滲透壓が 250mm 水壓以下なる時は水腫發生すといふ(Iversen 及 Nakazawa) Leiter は Plasmapharese によりて血漿中の蛋白質を減少せしめ實驗的に水腫を發生せしむることを得たり。

大出血の後血液の脂質量著しく増大す之を Fishberg (J. Biol. Chem. 81, 205 [1929]) は血清蛋白質の損失によりて起る滲透壓の減少を脂質にて代償する爲なりと説明せり。

#### 第四項 非蛋白窒素一名殘餘窒素

種々の方法を以て血液、血漿若くは血清より蛋白質を完全に除去することを得。例へば弱醋酸性溶液にて之を加熱する時、又は水酸化鐵膠質又は Kaolin に蛋白質を吸着せしむる時、又は Wolfram-酸又は磷-Wolfram-酸、磷-Molybden-酸其他の試薬にて蛋白質を沈澱せしむる時は全く蛋白質を含まざる濾液を得べし。此時脂質は多少同時に沈澱除去せらる、故に脂質を検せんを欲せば Alcohol-Ether 混合物を以て除蛋白すべし。

蛋白質を除去したる濾液中には種々の晶質性物質あり是等は一部は細胞に輸送さるべき養素及覺醒素、一部は細胞より排泄臓器に運ばるる代謝産物にして種々の疾病時に際し其量を異にす。

蛋白除去濾液中に残留する窒素を殘餘窒素と稱し健康空腹時の人士の血漿中には 18—30mg % あり。腎臓の排泄機能減退したる際には殘餘窒素の量著しく増大す。血漿より蛋白質を除去したる濾液(磷-Wolfram-酸にて除蛋白を行ふを可し)中に存する炭素量を殘餘炭素と稱し Chrom. 硫酸にて酸化して之を測定することを得(Nicloux<sup>1</sup>)。健康なる人士にては其値約 180 mg % なり。之に屬する化合物は未だ盡く明かにせられずとも過血糖症時及び殘餘窒素増加時には其値増大すべし。

主なる殘餘窒素の量は大約次の如し。

<sup>1</sup> Nicloux: Bull. Soc. biol 9, 639, 1927

全殘餘窒素量	18—30 mg	尿酸	3—4 mg
尿素-N	10.5—16 mg	Indican	0.045 mg
Kreatinin	1.0—1.5 mg	Amino-酸-N	4—5.6 mg <sup>1</sup>
Kreatin	4 mg		

全血液各 cc 毎に 25 mg の Olein-酸-Natrium を加へたる後蛋白質を除去し殘餘窒素を測定するに直接に測定したる時よりも約 20—55 % の増加を見る。之れ蓋し殘餘窒素が蛋白質に吸着せられ居りたるもの Olein-酸の爲めに分離せらるるに基因するものなるべし (Rosenthal<sup>2</sup>)。

殘餘窒素は饑餓及び食餌攝取後に増量す、その主なるものは尿素窒素なり。

血液内安門の量は大約 0.02—0.03 mg % に過ぎず。其一部は腎臓、筋肉、胃腸管等より血液内に彌散したるものにして、他の一部は血液内 Adenyl-酸の分解によりて發生す、腎臓及び筋肉にて安門を發生する母體も亦 Adenyl-酸にして Insulin は筋肉行作の爲に増加する血安門量を著しく減少せしむ。之に反し一臭素醋酸若くは一沃度醋酸にて中毒せられたる筋肉は刺戟に對し多量の安門を發生す、胃尿素酵素は尿素を分解して安門を發生す。

血液殘餘窒素の増加は腎臓機能の障礙に伴ふこと多く、殊に最もよく排泄せられ易き尿成分たる Kreatinin が 5 mg % 以上に増量したる際には危険なる徴なり、故に Kreatinin を内服せしめ其排泄の状況を觀察して腎臓機能の試験を行ふことあり。

#### 第五項 無窒素物質

糖質 血液中に主として含有せらるる糖質は一糖類なり。その量多からずとも略ぼ一定し生機上必要の物質なり。その他血漿中には Glycuron-酸も微量に存在す。

<sup>1</sup> Danielson: J. Biol. Chem. 101, 523, [1933]

<sup>2</sup> Rosenthal: J. Biol. Chem. 70, 129, [1926]



常態に於て血液中に存する糖量は約0.09—0.11%に過ぎず。その量は常に一定し、食物の攝取如何によりて大なる影響を蒙るこゝなし。即ち糖質攝取後血糖量は一時増加し30—60分にして極大値に達するも其値は通常0.15%を超ゆるこゝなく、而かも其含量忽にして減少し2—3時間内に正常値に復歸す。然れども種々なる状況により過血糖症を起し0.2—0.3%以上に達するこゝなきにあらず、この時は必ず尿中に糖を排泄す。動脈血は一般に靜脈血よりも糖を含有するこゝ大なり。饑餓の後には糖質攝取に際し血糖量の増加するこゝ比較的大なり、これの際には糖より糖原を生ずる機能減退する爲なるべし。

糖は血液の重要なる成分にして其量一定値(0.045%)以下に減少する時は動物は痙攣を起し生活機能障碍を蒙る。

血液中に存し糖を稱せらるるもの一部は發酵性を有せざる還元物質に屬し其量は100cc血液に對し27mgなり。其中血球は40mg%、血漿は10mg%を含有す。従つて真正血糖の量は血液100ccに對し70—90mgなり(Benedict<sup>2</sup>)。血球中に存し血液に還元性を與ふる成分の主なるものはGlutathionなり、血液の蛋白除去を行ふに際し等張液の除蛋白試薬を用ふる時はGlutathionは血球外に出でず従つて除蛋白濾液は殆ど真正血糖の値を示す。

赤血球内に於ける真糖は血漿内よりも遙かに少なく其濃度の比は約0.75なり、之れ恐らく血球は血漿よりも固形分に富み水分の含量少なき爲めならむ。血球對血漿内真糖の比は糖尿症にて血液内真糖の量大なる時に於ても全く同一の關係を示す。

血液を放置すればその中に含まるる糖量は漸次減少して乳酸に變ず、この解糖作用は血漿若くは血清に存するこゝなく、主として赤白兩血球に存在し、種々の方法によりて血液が解血を蒙る時は全く消失す。磷酸の添

1 Hyperglykämie 2 Benedict: J. Biol. Chem. 92, 141 [1931]

加は解糖作用を促進す。

正常人士に於て100ccの血液は1時間に約15—25mgの糖を分解す。初明糖濃度に60—250mg%重/容の差あるも分解の速度には差を見ず。但慢性髓質性白血症には解糖作用大に増進し84mg%重/容對1時間に達するこゝあり(白血球の數に比例す)。淋巴性白血症にては解糖作用の増進を見ず(Smitz及Glover<sup>1</sup>)。

脂質 血漿中に存する脂質の總量は空腹時に於ては約0.5—0.6%なり。其中中性脂肪は150—200mg%、Cholesterinは160mg%、磷脂質は200mg%を占む、平時には血清は清澄なれども脂肪消化の頂點には一時乳濁を呈し暫時の後再び清澄なる。中性脂肪を多量に攝取したる後にはCholesterin及磷脂質増量し、遊離Cholesterin攝取後にも血漿には多量にCholesterinester其他の脂質成分の増加を見る、蓋し脂肪、Cholesterin、磷脂質が一定の割合に存するこゝは組織の存養上必要なるものの如し。

饑餓の時期永續するこゝ久しきに互る時は血漿内脂質量著しく増大し血清は濁濁の觀を呈す。一般に酸性症の際には脂質量増大し、鹼性症の際には減少す。

色素 血清の黄色を呈するはCarotin及Xanthophyll等の脂肪色素の存在するが爲めなり。その他Bilirubinも0.1—0.5mg%の量にて含有せられ、病的の場合には著しくその量を増加す。van den Berghは之をDiazobenzolsulfon-酸と結合せしめ比色法によりて其量を測定するこゝに成功せり。但し血清に少量の試薬を加へたる時30秒以内に赤紫色を發生するものを直接反應と稱し閉塞性黄疸の證なり。Alcohol處置を行ひたる後初めてDiazonium-鹽と作用するものを間接反應と稱し黄疸に見る。12mg%までは間接反應に屬す。16mg%以上となれば直接反應を呈す。血色素、Hematin及Porphyrinは正常時には血漿中に存在せず。

1 Schmitz及Clover: J. Biol. Chem. 74, 761 [1927]



乳酸 休息時に於て血液 100 cc は約 10 mg (6—14 mg) の乳酸を含有す、筋肉動作及鬱血時には糖質の不全燃焼によりて多量の乳酸を發生するを以て血液中の乳酸量増加す。劇動時には 300 mg % に達するこゝあり。勿論窒息死に於て著しく増量す。その他正常血液も約 1 mg % の Aceton-體を含有し、蓂酸、及 Phenol も亦極めて微量に血液中に含有せらる。

Acetaldehyd. 犬の正常血液 1 l 中には約 2—6 mg の Acetaldehyd を含有す (Gee 及 Chaikoff<sup>1)</sup>).

#### 第六項 酵素

血液中には種々の酵素存在すれどもその量僅少なるこゝ、且つ血清中にはその作用を阻害する働あるこゝによりてこれを證明するこゝ困難なり。

Butyrase Monobutyryn 及び Tributyrin を分解する働を有す。血清-Butyrase は硫酸安門の半飽和により球素と共に沈澱し之より Glycerin によりて抽出せらる、人の血清脂肪酵素は動物の脂肪酵素と異なり Chinin に對する鋭敏度 100—1000 倍す、肝脂肪酵素と異なり Chinin に對する鋭敏性大に、Atoxyl によりては障碍せらるるこゝ少し。饑餓時に際しては血清-Butyrase の量増大す。Butyrase の作用は血漿内 Cholesterin の量と反比するものの如し。普通脂肪を分解する作用は僅微なり。

血清には其他澱粉酵素、麥芽糖酵素及 Katalase あり、蛋白酵素の作用は正常の血清には之を認むるこゝを得ず、然れども若し血清を Kaolin、膠性鐵、澱粉等にて處理する時は血清の過止作用は除去せらるるを以て蛋白酵素の働明かに表はれ、かくの如き血清はよく膠を消化するを得べし。

新鮮なる血清は單に Trypsin によりて分解せらるるこゝ困難なるのみならず尙他の臓器の自家分解をも妨ぐる作用あり之れ酵素が消化を受くるこゝ困難なる血清蛋白質と結合抑留せらるるに依るか又は蛋白酵素の作用を障碍する抗酵素の存在に基因するか不明なり。

<sup>1</sup> Gee 及 Chaikoff: J. Biol. Chem. 70, 151 [1926]

常態に於て蔗糖酵素は存在せざるも皮下に蔗糖を注射すれば血液の中に蔗糖酵素を生成せしむるを得こゝ云ふ。

#### 第七項 水及び鹽類

血清中に存する水分は略一定し平均約 90—92 % を占む。多量に液體を攝取すれば血液の水分一時増加するも暫時にして全く舊に復するを見る、これ一は組織が水分を收蓄する機能あるこゝ、一は腎臟より尿中に水分を排泄するこゝによるものなり。

無機鹽類中最も大量にあるは食鹽にして約 0.6 % を占む。此値は食鹽攝取の過不及によりて變するこゝなく食鹽過剰なる時は尿中に排泄せられ不足なる時は尿中に食鹽の排泄を斷つ、一時に多量の食鹽を攝取する時は速かに皮膚及其他の組織に收蓄せられ夫より徐々尿中に排泄せらるるなり。

Natrium 以外に血清は Kalium, Calcium 及 Magnesium 等の陽-Ion を含有す、安門は極めて微量に過ぎず。然れども酸素缺乏時(從て死の瞬間に於て)に安門は血液中の Adenyl-酸より容易に分離發生す。

血清中の Calcium 量は約 10 mg % なり。血漿中には之よりも稍多く其一部は血液凝固の際析出する纖維素に結合す。全血清 Calcium の中 60—67 % は Collodium-膜を透過す (Nicholas: J. Biol. Chem. 97, 457, 1932)。水腫液は 5—7 mg の Calcium、腦脊髄膜液は約 5 mg の Calcium、を含有す是等は殆んど全く透過性を有す。透過性の血清-Calcium 量が 3.5 mg % に低下する時は痙攣起る。血清 Calcium は血清磷酸鹽量増大する時減少す。

血清中の Magnesium 量は 100 cc 中に 2.74 mg なり (Greenberg 等: J. Biol. Chem. 100, 139, 1933)。血球中には 6.61 mg あり。血球内の Mg は等張 Mg 不含液にて血球を洗滌する際にも失はれず全く膜不透過なるものの如し。血清内 Magnesium 量は血清蛋白質又は磷酸鹽の濃度により



て左右せらるるこなし。

人血清中の鹽化物の濃度は 100 cc 中に 350—380 mg (99—108 m 當量 per l) あり食鹽の 0.56—0.63 % に相當す。普通は 362—376 mg Cl<sup>-</sup> 又は 596—620 mg NaCl (102—106 m 當量 per l) なり。無含鹽食を攝取すれば 98 mM に減少するも其以下には低下せず尿は鹽化物を含有せざるに至る。食鹽の攝取大なれば血清鹽化物の量大なるも 110 mM 以上にはなるこ難し。消化の初期にては鹽酸含有の胃液の分泌大なる爲め血清鹽化物の量の減少す。之に伴ひて重曹の含量増大す。重曹服用の際には血漿内鹽化物の量の減少す。非常の鹽化物減量は腸管閉塞にて嘔吐起る際に見、半量に減するこ稀ならず、此時重曹の増量は鹽化物の減少を補ふに足らず、尙鹽化物減少は糖尿症、急性毛毳體腎炎、肺氣腫及び肺炎時に起る。

**磷酸鹽** 成人血清は通常 2—5 mg % の無機磷を含有す、小兒にては稍多く 4—7 mg % に達す。

腎炎の末期に磷量増加す。磷減少に基く尙癱症及骨軟化症にては磷量減少す。葡萄糖利用の際には血清内無機磷稍減少す。

血液中には尙有機性磷化合物あり此者は殊に血球に多し、血液中の磷化合物を分ちて酸溶性磷(無機磷酸、核酸、磷酸-Ester、其他の未知化合物)及 Alcohol-Ether 可溶性磷とす。血液内磷總量は血清にては 8—10 mg %、血球にては 47—114 mg % なり。

**硫酸鹽** 血液 100 cc 中には 0.5—1.0 mg の無機硫酸性硫黃及び殆んど同量の Ether-硫酸性硫黃を含有す。尙中性硫黃は約 2—4 mg の割合に存在し血漿よりも細胞内に稍多し、腸管閉塞、糖尿症、白血病等に増量し腎炎の末期に殊に多く堆積す。

血清中の K/Ca の比は殆んど恒定し 1.70—2.15 の間にあり (Kylin. 及 Myhrmann: Klin. Ws. 4, 1870 [1925])。之に反し全血中の K/Ca は不變ならず。人に就て CaCl<sub>2</sub> 攝取時(一日に 1.3 g CaCl<sub>2</sub>) 前後の全血 K/Ca を測

定するに正常食に於て其値約 17 なりしもの全血内 Ca の増量するに従ひて 12 に減少す、之れ此時全血内 Ca 量増加するも其 K 量は増加せざるを以てなり此際 K は有形素より血清中に移行し血清内 K/Ca の比は維持せらるるもの考へらる、(Weber 及 Krane: Z. physiol. Chem. 163, 134 [1927])

### 第三節 赤血球

血液の最も重大なる機能の一は組織に酸素を運輸するこなり、而してこの作用は主として赤血球の存在に基因す。

#### 第一項 性状

人の赤血球は両面の中央凹みたる弾力性の圓板にして核を有するこなく、蛋白質及び脂質 (Kephalin, Cholesterin) 等よりなれる膜を有するものこ想定せらる、比重は約 1.090 にして血漿 (1.028) に比すれば遙かに重し。從て凝固せざる血液にては赤血球沈澱し、沈降の速度は血液の種類により異なる。即ち馬血にては甚速かに、牛、豚にては極めて遅く、人血は中等度なり。妊娠時、急性熱性病に際し迅速なる、これ凝集作用に基く爲めにして、この時血球は連鎖状を形成するこ多し。赤血球の浮游體は其電位 6 m Volt よりも減する時に凝集す、尤も MgCl<sub>2</sub> 液内にては電位差零なるも凝集せず之に反し免疫血清、Ricin 等にて處理せらるれば 12 m Volt 以下に電位下れば凝集す。

赤血球の大きさは直徑約 7.5 μ、厚さは縁に於て 2 μ、中央に於て 1 μ なり。雖も時として直徑 12 μ に及ぶ巨球又は 2 μ に足らざる矮球を混するこあり。大部分を占むる赤血球の表面は約 0.000128 平方 mm にしてその重量約 0.00008 mg を有す。赤血球の数は血液 1 cmm 中に男子にありては約 5000000 女子にありては約 4500000 を算す。肉眼には赤色に映すれども顯微鏡下にこれを照せば黄色を呈す。今假りに人體に 5 l の血液ありさすれば赤血球の全表面は 3500 m<sup>2</sup> にして體表面の約 2000 倍に達す。



赤血球を低張液中に入れば滲透壓の差によりて水は血球内に浸入する爲め其容積増大し終に膜は破綻して赤色の内容は球外に出づ此の現象を解血作用<sup>1</sup>と稱す、解血作用は尙凍結及融解並びに化學試薬の作用(Ether, Chloroform, Saponin 等)によりて血球破壊せらるる時に起る。尤も各血球の低張液に對する抵抗力は其脂質量の量の變化により變じ磷脂質が多量に血漿より吸着せせられて血球に於ける  $\frac{\text{Cholesterin}}{\text{磷脂質}}$  の比が小さくなれば抵抗力減少すべく之に反し、血球を洗滌して磷脂質を去れば抵抗性大なる。

失血したる際古來動物の血液を血管内に注射して之を救済せんを試みられたりしも奏效せざりしこも多し。之れ動物血液を人の脈管内に注射するときは異種血球は必ず凝集及び解血を蒙むる爲なり。人間の血液にても同屬凝集及同屬解血起るこもあり。米國學者の研究により人間の血液は四班に分つこも得べく同班の人士は互に其血液を認容し得こいふ。世界大戰の際米國兵士は其識別票に各血液班の記號を附せられ失血時に際し同班の僚友より血液を受くるに便にせりこいふ。

### 第二項 化學的 成分

上述したるが如く赤血球に多量の水を加ふる時は血球は漸次膨脹し終に内漿はその膜を破りて球外に出で、後に蒼白色の陰影を残留す、これを礎質と云ふ。この時廻轉沈澱器を以て内漿及び礎質を分つこも得べし。

赤血球は大約5%の礎質、30—33%の血色素、酵素、0.1%の糖、浸出分、0.7—0.8%の鹽類、64—65%の水分を含有す。

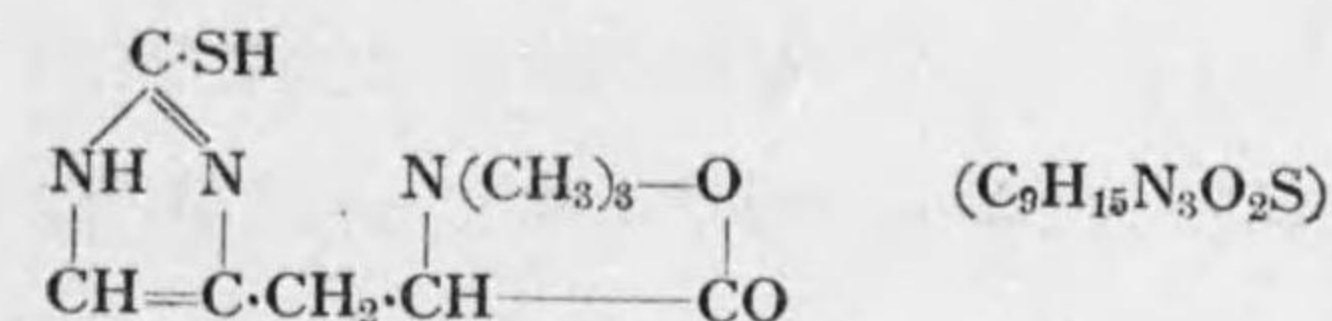
**礎質<sup>2</sup>** Stromatin なる蛋白質、Cholesterin, Kephalin 等よりなる、Cholesterinester は存在せず。約その  $\frac{1}{3}$  は脂質に屬し、 $\frac{2}{3}$  は蛋白質の占むる所なる鹽類は約0.8—1.9%含有せらる。

**内漿<sup>3</sup>** 内漿は赤血球の約45%の容積を占め、内漿中には鹽化加里、

1 Hämolysse 2 Stroma 3 Endosoma

磷酸加里その他少量の Natrium 及び Magnesium 等の無機物を有す、Natrium の量は Kalium の量に比し遙に少なし(加里は 3.99, Natrium は 0.75%), 鹽素の量は 3.1%。然れどもこれら無機物は纔かに内漿の一小部分を充たすに過ぎず、内漿固形分の大部分は生機上須要なる血色素よりなるものにして實に赤血球の固形成分中血色素は 87—94% を占め、赤血球の約  $\frac{1}{3}$  は血色素よりなるこも看做すこも得べし。但し有核赤血球にては血色素の量少なく、鷺にては固形分の 63%, 蛇にては 47% を占むるに過ぎず。

Thionein Benedict, Newton 及 Behre (J. Biol. Chem. 67, 267, 1926)

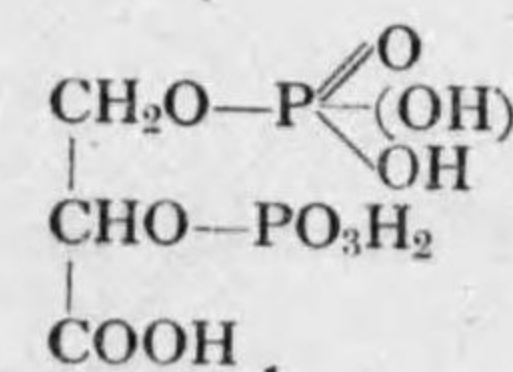


によれば血液 100 cc 中に豚血液は約 25—30 mg, 人血は約 14—15 mg の Thionein を有す。此者は赤血球に限りて存在し麥角中に存する Ergothionin と同一物なり。Thiohistidin より發生したるものなるべし。

熔融點は 276°,  $[\alpha]_D = +116$ ,  $\text{NH}_2\text{-N}$  を含有せず。還元性を有し Glutathion と同じく血糖測定上に障礙を來たす。Hunter (Bioch. J. 22, 4, 1928) は之を Azo-色素に導き比色的に測定する法を考案したり。

**二磷-Glycerin-酸** 血液は酸溶性磷酸を含有す。其量は血球に著しく多く血漿に少なし血清に存するものは殆んど全く無機磷酸鹽よりなるも血球内有機性酸溶性磷酸の大部は二磷-Glycerin-酸よりなるものの如し。

二磷-Glycerin-酸は



の構造を有し Alcohol によく溶解する汁巴として得られ左旋性(約 3°)を有



す、Ba, Ca, 鉛及銀鹽は何れも不溶解性を有す、水溶液より美なる Brucin-  
鹽を形成す。5% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> を以て水解する時は1分子の Glycerin-酸及2分子  
の磷酸なる。

このものは完全なる赤血球の存在に於て糖及磷酸より發生す恐らく先づ  
三炭糖磷酸發生し之より變じたるものならむ。解血作用を蒙りたる赤血  
球には之を生成する機能を缺く。生成には pH > 7.35 なるを要す酸性度之  
より大なれば分解を蒙りて磷酸及 Glycerin-酸を生ず。筋肉、脾、骨髓によ  
りては分解せられず肝臓も稍々之を分解するに過ぎざるも腎臓はよく之を水  
解す。(Jost: Z. f. Physiol. Chem. 165, 171 [1927])

糖 一般動物の血球は糖を含有せざるも人の赤血球は之を含有し其量  
血漿含糖量の約70%に相當し(Aceton, 尿素も亦之と同じ割合に血球及  
び血漿間に分配せらる蓋し血球は固形分多く水分少なく従つて之に溶存  
する成分が血漿よりも小なるものならむ(Lundsgaard 及 Holböll Bioch. Z.  
173, 269, 1926)血漿内糖量の増減に伴ひて瞬時にして變化す。但し赤血球  
を純粹濃厚なる葡萄糖液に入ると時は糖の透過性著しく減少す。(Ege,  
Gottlieb, Rakestraw<sup>1)</sup>).

### 第三項 血色素

血液の赤色を帯ぶるは赤血球中に Hemoglobin 及び酸素-Hemoglobin を  
含有するが爲めにして酸素-Hemoglobin 多き時は鮮紅色を呈し、Hemoglo-  
bin に富む時は暗赤色を呈す。血液の Hemoglobin 量は通常比色法によ  
りて之を測定す。分光度計を用ふる時は尙ほ正確なる結果を得べし。血液  
中に含有せらるる Hemoglobin の量は平均 15.6% なり。女子にありては普  
通男子の 90% に過ぎず。

Hemoglobin 及びその分解産物に就ては既に蛋白質の條下に詳述したる  
を以て以下その化合物に就て記述すべし。

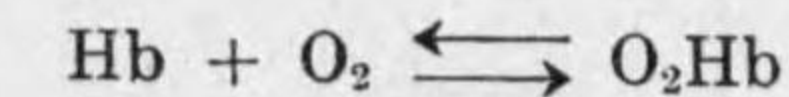
<sup>1</sup> Ege, Gottlieb 及 Rakestraw: Amer. J. Physiol 72, 76 [1925]

### 1. 酸素-Hemoglobin. Oxyhämoglobin O<sub>2</sub>Hb

酸素-Hemoglobin は赤色の完全なる結晶として得られ動物の種類により  
其結晶形を異にす。水に溶解し、少量の炭酸曹達を含む弱鹼性の水には  
尙能く溶解す、無水-Alcohol, Ether, Benzol, Chloroform に溶けず。水溶  
液は光活性を有すその比旋は  $[\alpha]_D = +10^\circ$  なり。水溶液は諸種金屬鹽によ  
りて沈澱するも鉛糖及び鉛醋は之を沈澱せしめず。

赤血球を1%食鹽水にてよく洗滌したる後含-Ether-水に崩壊せしめ色  
素を溶解せしめたる後之を零度に冷却しこれに同じく氷冷の Alcohol を約  
25%の割合に加へ零下約5度に放置する時は酸素-Hemoglobin の結晶を得  
べし。

酸素-Hemoglobin は1gの Hemoglobin に 1.34 cc の酸素が結合して生  
じたるものにして恰かも血色素中の鐵一原子に對し一分子の酸素が結合  
したる化合物に相當す。然れども酸素-Hemoglobin は解離し易き化合物な  
るを以て、これを酸素の分壓小なる處に置けば結合せる酸素の一部を失ひ  
て酸素の含量減少すべし。これ生機學上重要な性状にして Hemoglo-  
bin は酸素の氣壓大なる肺に於て能く酸素と結合し、酸素の氣壓小なる組  
織に至りて酸素を遊離するは全くこれが爲めなり、即ち酸素-Hemoglobin  
と其の構成成分の間には次の如き化學的平衡成立するものとす。



次に Hüfner が 14% の血色素液に就て行ひたる實驗の結果を掲ぐべし。

酸素の氣壓 mmHg	遊離酸素 %
760.0	1.49
715.6	1.58
620.8	1.81
524.8	2.14
477.1	2.15



357.8	3.11
238.5	4.60
119.3	8.79
47.7	19.36
23.8	32.51
4.8	70.67

これに由りて觀れば氣壓著しく低下せざる間は酸素を失ふこゝ比較的小なるこゝを認むるを得べし。これも亦た生機學上重要な性狀にして大氣中の酸素の含量に稍大なる差異ある時に於ても尙酸素-Hemoglobinの生成充分に行はるるは全くこの性狀に基因するものなり。

酸素-Hemoglobin 溶液に黄色の硫化安門, Hydrazin, Stokes の液(5% 硫酸第一鐵と安門性酒石酸液の混合物)等の還元剤を作用せしむる時は酸素を失ひて Hemoglobin に變ず。

酸素-Hemoglobin は猩紅色を呈し其分光像は黄緑部に於てD線とE線との間に二本の吸収帯を現出す。そのDに近きものは幅員稍狭くして濃く、Eに近きものは廣くして淡し。吸収の最も強き部は前者にては  $\lambda=579 \mu\mu$  後者にては  $\lambda=542 \mu\mu$  なり、溶液を稀釋する時は第二の吸収帯先づ消失す。その他莖外部に於て  $\lambda=415$  の處に一條の吸収帯あり、これは勿論肉眼にて見るこゝ能はざれども寫眞によりて明瞭に認むるこゝを得るのみならず、稀釋度大なる時もこゝを證明するこゝ容易なり、即ちD及びE間に存する吸収帯は1500乃至2000倍に稀釋せられたる時は最早出現せざるに反し、莖外部の吸収帯は40000倍の稀釋度に於ても尙明かにこれを證するこゝを得べし。

## 2. Methemoglobin OHb

Methemoglobin は Hemoglobin の酸化物にして體內に於ては鹽素酸加里, 亞硝酸曹達, 亞硝酸-Amyl, Antifebrin 等の中毒の際に發生し、體外に於ては酸素-Hemoglobin 又は酸化炭素-Hemoglobin に赤色血滴鹽, 過

Mangan-酸加里, 鹽素酸加里等を加ふるによりて發生し、その溶液に Alcohol を加ふれば析出す又 Alcohol 含有(約  $\frac{1}{10}$  量)の Hemoglobin 液を空氣中に久しく放置する時にも亦析出す(Nicloux 及 Fontès<sup>1)</sup>). Methemoglobin は褐赤色の針狀晶又は六邊板晶にして、水には溶解すれども酸素-Hemoglobin よりもその度弱し。

Methemoglobin 中に存する酸素は酸化-Hemoglobin に於けるものゝ異なり、Hemoglobin に結合するこゝ強く従てこれを眞空に置くも酸素を失ふこゝなく又酸化炭素に遇ふも變化を蒙るこゝなく解離性殆んごなきが故に酸化炭素と同じく呼吸作用に大害あり。然れども還元剤例へば硫化安門等により還元せられて Hemoglobin に變ずるは酸素-Hemoglobin と同一なり。

Methemoglobin と酸素-Hemoglobin とは同量の酸素を含有するも酸素-Hemoglobin 及 Hemoglobin にては鐵が二價なるに反し Methemoglobin にては三價なるの差あり。

Methemoglobin は、青化水素に遇へば青化-Hemoglobin に變じ(屍體中に Methemoglobin の存在を證明する時青化水素を加ふれば赤色を呈す) Alcohol により赤色の Kathemoglobin を生ず(解剖標本に天然色を與ふる爲めに先づこれを中性若くは弱酸性の Formol にて處理して Hemoglobin を Methemoglobin に導き次にこれを Alcohol に漬すは蓋し之が爲なり、但し Formalin の作用するこゝ永きに失すれば Hb より Hematin 發生し Alcohol 添加に際し新鮮血色に復歸せず(高山正雄<sup>2)</sup>)

中性 Methemoglobin 溶液は褐色を呈し、分光像中赤部に於てC線とD線との間に一本の吸収帯を表はす ( $\lambda=634$ )、尤も濃度大なるときは更に  $\lambda=580, 540$  及  $500$  に中央を有する吸収帯を表はす。多數の吸収帯ありし場合に於てもCとDとの間にあるも●最も特異なり。Methemoglobin 溶液に

<sup>1</sup> Nicloux 及 Fontès: Bull. Soc. Chim. Biol. 6, 728 [1924]

<sup>2</sup> Takayama: Beitr. Toxikolog. u. Gerichtl. Med. [1905]



弗化滴を少量に加ふる時は赤部の吸収帯の黄部に向ひ轉位するを見るべし、その位置は  $\lambda=612 \mu\mu$  の處にあり。この現象は Methemoglobin の赤部吸収帯の殆んき明瞭ならざる如き稀釋度に於ても尙明かに表はるるにより Methemoglobin 並びに弗素の證明に用ゐらる。

Methemoglobin を製せんを欲せば 500 cc の血球粥に 10 倍量の水を加へて解血せしめ之に 500 cc の 25% 酒石酸曹達を 250 cc の 10% 醋酸を加へて混和し、之に 60 g の酒石酸曹達を 40 g 鐵安門明礬を 500 cc の水に溶解したるものを加へ、濾過し一液放置する時は Methemoglobin 析出すべし。

亞硝酸による中毒時に當り全血色素の 40% が Methemoglobin に變ずるに至れば中毒の症候起り、50% にて更に明瞭なる。其量 75% に達する時は死を致すを常とす。60% の際には恢復するを得。

### 3. 酸化炭素-Hemoglobin, Kohlenoxydhemoglobin COHb

Hemoglobin 又は酸素-Hemoglobin の溶液に一酸化炭素(又は之を含有する石炭瓦斯)を通ずる時は溶液の色彩櫻實赤色に變じ酸化炭素-Hemoglobin 發生す。此時一分子の一酸化炭素は Hemoglobin の鐵 1 原子に對し結合し 1 g の Hemoglobin は 1.34 cc の一酸化炭素を結合す。

酸化炭素-Hemoglobin は分光像中に酸素-Hemoglobin と能く類似したる二本の吸収帯を呈す、仔細にこれを檢すればその少しく紫部の方向に偏移せるを知る ( $\lambda=570$  及び  $\lambda=542$ ) と雖も一見兩者を辨するに甚だ難きに似たり、然れども酸化炭素-Hemoglobin は酸素-Hemoglobin に異なり、これに硫安門を加ふるも還元せられて一條の吸収帯を有する Hemoglobin に變化せらるることを以て酸素-Hemoglobin より區別するを得べく、又 Hoppe-Seyler の曹達試驗(多量の苛性曹達を入るる時正常血液は暗褐色に變ずるも酸化炭素血は鮮紅色を呈す)を以て兩者を認別するを得。

酸化炭素は Hemoglobin と結合する力、酸素に比し著しく強く約これに 150 倍し、且つ兩瓦斯の Hemoglobin に結合する位置は同一(鐵の部)にしてこの處に結合する兩瓦斯の和は 1.34 cc を超ゆること能はざるを以て酸化炭素の Hemoglobin に結合するに従ひ酸素は漸々驅逐せられて Hemoglobin と化合すること能はず。故に酸化炭素を血液中に通ずる時は酸化炭素は酸素-Hemoglobin の酸素を排除し Hemoglobin と結合して酸化炭素-Hemoglobin を作る。吸氣中に酸化炭素 1%、酸素 16% 存在する時既に Hemoglobin の 95% は酸化炭素と結合し、その酸素と化合する量は僅かに 5% に過ぎず。酸化炭素緩かに 0.1% の時にても Hemoglobin の 5% は既にこれと結合す。故に Hemoglobin は酸素を結合するの機能を失し組織呼吸の停滯を伴ひ動物は爲めに窒息死に陥る。但しこの時速かに純酸素を吸入せしむれば動物を蘇生せしむるを得。

酸化炭素-Hemoglobin の結晶は酸素-Hemoglobin に於けると同形なるも、これよりも溶解し難く、色も青色に傾けり、右旋性を有しその度は  $[\alpha]_D = +10.8^\circ$  なり。

上述したる如く酸化炭素-Hemoglobin は酸素-Hemoglobin に比し解離度甚だ小なれども尙一定度の解離壓を有するを以て、久しくこれを真空に置くか或は久しくこれに無働瓦斯若くは酸素を通ずる時は遂に全く酸化炭素を驅逐することを得、又酸化炭素-Hemoglobin に久しく酸化窒素を通ずる時は酸化窒素は全く酸化炭素と置換して酸化窒素-Hemoglobin を作り、又赤色血滴鹽液を加ふる時も亦酸化炭素は盡く驅逐せられて Methemoglobin に變ず。

### 4. 酸化窒素-Hemoglobin NOHb

酸素-Hemoglobin 又は一酸化炭素-Hemoglobin に酸化窒素を通ずる時得られ又亞硝酸鹽の中毒時に Methemoglobin と共に血液内に發生す。



酸化窒素-Hemoglobin は一分子の Hemoglobin に一分子の酸化窒素が結合せるものにして酸素-Hemoglobin と全く同形に結晶し、分光像も亦酸素-Hemoglobin に甚だ良く類似す(但し D 線は少く赤色部に移動す)。酸化炭素に比しその離解度更に僅少なるを以て酸化窒素は酸化炭素-Hemoglobin を分解すべし。

酸化窒素-Hemoglobin を含む血液は煮沸の際赤色の凝固物を作り、Ferricyan-加里と醋酸とを之に加ふるも Methemoglobin に變ずること遅きが故に久しく褐赤色を存す。

#### 5. 青化-Hemoglobin 及硫化-Hemoglobin

Hemoglobin 及酸素-Hemoglobin は青化水素若くは硫化水素に遭遇する時はこれから化合して青化-Hemoglobin 若くは硫化-Hemoglobin を生ず。硫化-Hemoglobin は Methemoglobin に似たる分光像を呈し唯其赤色部吸収體は少しく波長小なる處にあり ( $\lambda=615-628$ ) 且つ其幅狭し、青化 Hemoglobin の分光像は Hemoglobin に似たり。尤もこれら瓦斯の中毒に際し血液内に之を認むることなし蓋し青化水素は大氣 1 l の中纔かに 0.35—0.1 mg の量に存在する時に於て既に死を招來するに因る。硫化水素中毒の際も神経の侵さるること早きを以て通常血液には明なる硫化-Hemoglobin を發見すること稀なり。

#### 6 炭酸-Hemoglobin

Hemoglobin が酸素と充分に化合して生じたる酸素-Hemoglobin は他の Hemoglobin-瓦斯化合物と異なり同時に尙よく炭酸を化合せしむ。これ酸素と炭酸とは Hemoglobin の同一部分に結合するものにあらずして、酸素は Hemochromogen と化合し、炭酸は Globin と結合する爲ならむ。炭酸-Hemoglobin は血液中に於て炭酸瓦斯の運輸に與かる蓋し僅少にあらずべし。

### 第四節 白血球 Leukozyten

白血球は膜を有せざる顆粒性原形質塊より成り 1—4 の核を有す。その大きさ、色素に対する關係、核の性状等より數種に分たる。

白血球の數は 1 立方 mm 中に約 5500—8000 を算す。尤も此量は正常的状態の變化に伴ひて動搖し食後にも増加す。多量に白血球を採取せんことを欲せば Aleuronat, 小麥粉等を胸腔内に注射するか、是等物質を含有する硝子毛細管を皮下に挿入すべし。然る時は白血球は多量に血管内より竄出し堆積すべし。

白血球の化學的組成は血漿と赤血球との中間を占む、血漿よりも Natrium 及 Calcium の含量小に、Kalium の含量大なり、磷酸量著しく大なるも重炭酸鹽は極めて少なし、有機性成分として核酸、Histon, 糖原、Cholesterin, 磷脂質あり。Glucothion-酸も亦見出されたり。

白血球は極めて、多種の酵素を含有し、強力 of 蛋白酵素の外に澱粉酵素、麥芽糖酵素、Katalase, 核酸酵素、過酸化酵素等あり、又解糖作用(糖より乳酸を發生するもの)も明なり。斯の如く白血球に酵素の含量大なること、白血球が多量に消化器の壁及び腺腔内にて溶解することより消化液分泌作用は白血球の選擇及び溶解にありし消化は尙ほ白血球の口腔、胃及び腸管内に竄出することにより補助せらるること説くものあり (Willstätter, Z. f. physiol. Chem. 186, 93, 1929)。

### 第五節 血小板

有核の小なる細胞(直徑 0.5—3  $\mu$ )にして他の血液有形素よりも比重小なるにより分割廻轉沈澱により分離せしむることを得、血液 1 mm<sup>3</sup> 中に約 30 萬を算す、滲に對する抵抗極めて小なり、酸素を消費する能強く、又 Peptid-酵素を含有す。酸素缺乏時には解糖作用大なれども呼吸行はるる



時は解糖作用著しく減弱す。

### 第六節 血液凝固説

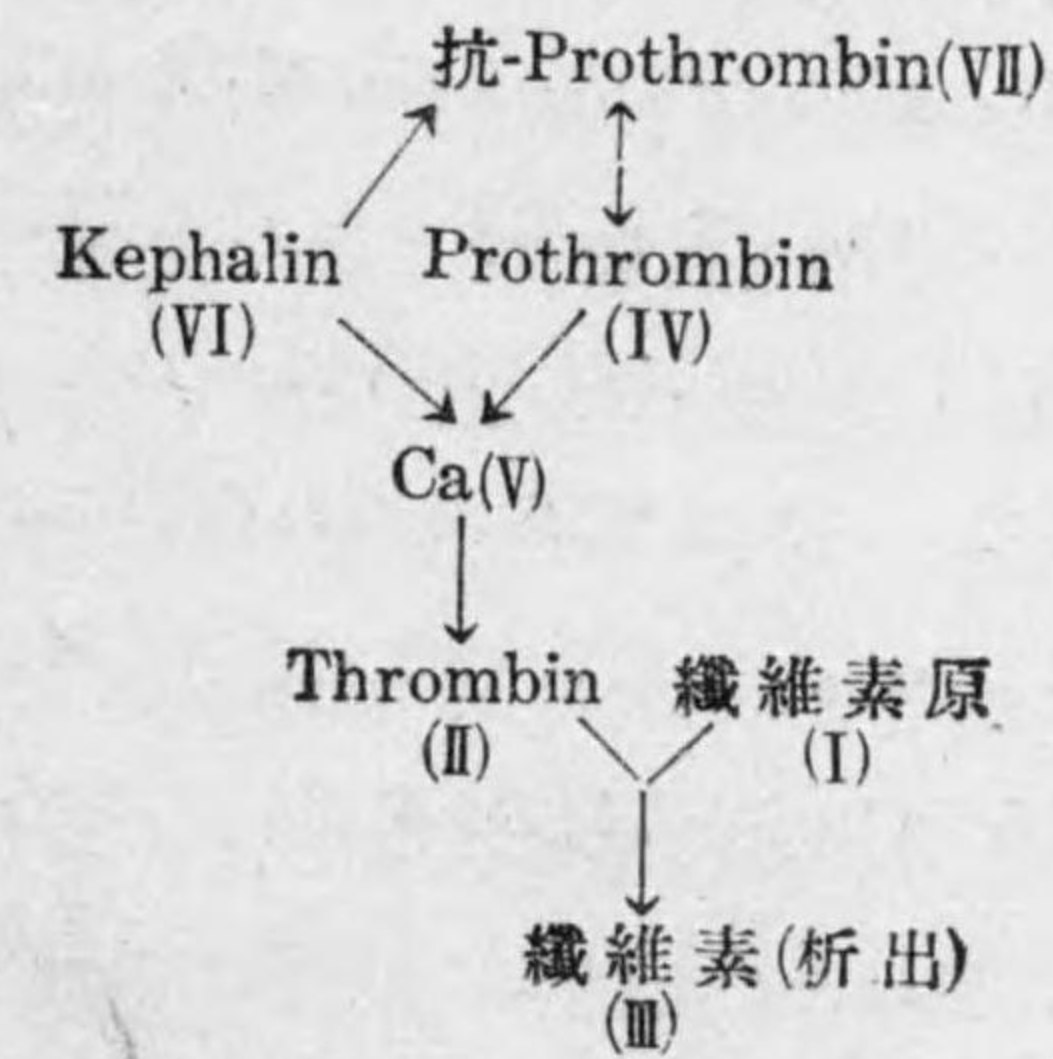
血液を新たに血管より抽出する時は數分間にして其内の纖維素原凝固して纖維素となるも血液抽出後直ちに之に蓂酸鹽、枸橼酸鹽又は臭化物を加ふる時は血液凝固を阻止するを得。此際蓂酸鹽及び臭化物は無機の Calcium を沈澱せしめ、枸橼酸鹽は極めて電離度小なる石灰鹽を形成するより見れば血液凝固には血液内に一定量の Calcium-Ion を要するところを知るべし。此の如く處理したる血液に鹽化石灰を加ふる時は凝固を惹起すべし。

蓂酸鹽を加へて凝固を阻止したる血液を廻轉沈澱して血漿を分離せしめ之に同量の飽和食鹽水を加ふる時は纖維素原の沈澱を得べきが故に之を半飽和食鹽水にて洗滌したる後稀薄なる食鹽水に溶解し、更に食鹽半飽和により沈澱せしめ斯の如き操作を反復する時は纖維素原の純粹なる溶液を得。斯の如き纖維素原溶液は之を放置するも又之に鹽化石灰を添加するも毫も凝固を起すことなし。然るに新鮮なる血液を攪拌して得たる纖維素を冷水にて捏加洗滌して之より赤血球其他の挾雜物を除きたる後、水分を出來得る丈去り、鈹を以て細切し、8%食鹽水を以て蔽ひ、冰室内にて48時間放置する時得らるる粘稠なる溶液(纖維素は溶解せず)を上澄せる純粹纖維素原の液に加へ尙鹽化石灰溶液1—2滴を加ふる時は無色の凝塊を生ず。之れ即ち纖維素にして此實驗により纖維素の發生には纖維素原及び Calcium-Ion 以外に尙血清中に存し、析出纖維素に吸收せらるる第三の要因の存在するところ明かなり。此物質を **Thrombin** と稱す。

**Thrombin** は血管内に存する新鮮なる血液中には不活性なる **Prothrombin** として存在す。即ち蓂酸鹽を加へて凝固を阻止したる血液を廻轉沈澱して血漿を得、之を 45° に加熱して纖維素原を析出せしめ之を濾過し

て得たる濾液に Aceton を加へて沈澱せしめ、之を Ether にて洗滌し、乾燥したる後稀薄なる重炭酸曹達にて浸出して得たる溶液は之を純粹なる纖維素原溶液に加ふるも、又蓂酸血液に加ふるも凝塊を發生せず、然るに此溶液に豫め鹽化石灰を加へ久しく放置するか或は組織 Alcohol 浸出物及鹽化石灰を加へたる後之を纖維素原に加ふる時は凝塊の發生を認むべし。之により蓂酸血漿内には Calcium-Ion の作用によりて **Thrombin** に變ずる物質あるところを知るべし。該物質を **Prothrombin** といふ。

体内を循環する血液中には纖維素原、**Prothrombin** 及び鹽化石灰を共に溶存するに拘らず何故に凝固の作用行はれざるか、古來之を説明せんとする諸説極めて多きも現今に於て未だ全く之を明かにするところ能はざるが如し。仍て現今諸學者の實驗にて得たる諸事實に基き最も可能性多き説明を次に略述すべし。



血漿内に溶存する纖維素原(I)は血漿内に **Thrombin(II)** の發生する時に作用せられて纖維素(III)となりて析出す。**Thrombin** は血漿内に既存する **Prothrombin(IV)** が Calcium-Ion(V) の存在に於て **Kephalin(VI)** と結合して發生す。血液内には Calcium-Ion 及微量の **Kephalin** 存在するに拘らず **Prothrombin** が **Thrombin** に變化せざるは **Prothrombin** が血漿中に抗-



Prothrombin (VII) と結合し居る爲めにして抗-Prothrombin は Prothrombin と解離性の化合物を形成するも、尙 Kephalin と更によく結合するにより血漿中に Kephalin 量増加する時は Kephalin と結合して Prothrombin を遊離せしむる爲め此 Prothrombin が Kephalin 及 Calcium-Ion と結合して Thrombin を形成するなり。

**Prothrombin** 蛋白質様物質にして血漿の眞性球素劃分中に存す、血漿又は血清を  $56^{\circ}$  に 30 分加熱する時其活性を失ふ、冷温は液體空氣の温度に於ても障碍を蒙むらず、注意して乾燥したるものは永久の貯藏に堪え、又  $100^{\circ}$  に之を熱するも尙其作用を維持す。血液を振盪する時は賦活せられて Thrombin に變ず。Prothrombin は濃厚鹽溶液を加ふれば其活性抑止せられ稀釋に遇ひて再び其活性を現はす、 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , 澱粉, Inulin, 糖原, 乾酪素等の多くの膠質にて吸着せらるが故に血液を組織液に觸れざる様取出し Paraffin 塗抹器中にて是等の膠質にて處理する時は Prothrombin 之に吸着せられ、廻轉沈澱して得たる血漿は月餘に亙るも凝固するこゝなし。此の如き血漿は之に敏化血球を入るも解血作用起らず、即補體は除去せられ居れり。之に少量の Prothrombin を加ふる時は解血起る、此事實より Prothrombin は補體中部體と同一なるものゝ考ふる人あり。膠質に吸着せられたる Prothrombin は濃厚なる食鹽溶液 (8%) にて誘出せられ該誘出液を水を以て 0.8% に稀釋する時は有效なる Prothrombin となる、然れども此遊離の状態にては能力速かに減退し消失す、之に反し濃厚鹽液、蒸餾水及び吸着せられたる状態にては久しく其能力を維持するこゝを得。

**抗-Prothrombin** 抗-Prothrombin は耐熱性物質にして肝臓より抽出せられたる Heparin 之に屬し其 1 mg は 100 cc の血液を液様に保たしむるこゝを得、Jorpes (Bioch. J. 29, 1817, 1935) によれば Chondroitin-三硫酸にして凝固阻止の活性基は強酸性を呈する硫酸基なり。之れ合成的に得

られたる Liquoid Roche, Germanin, Chicago-青等の凝固阻止剤が同じく Polysulphon-酸化合物なるに一致す。Heparin は血液凝固阻止の外又抗體結合を障碍す、他の凝固阻止剤なる Hirudin, Novirudin, Germanin, Salvarsan, Liquoid, 54 調材等も亦抗體を誘致す、但し Heparin は他のものゝ異なり其補體との結合は可逆性にして、之に有力の感作血球を加ふる時は解血作用現はる、他の絞上の凝固障碍剤は強き感作血球に遇ふも解血を起さしむるこゝなし。

**Kephalin** Kephalin は血液内有形素の崩壊によりて發生し、遊離並びに Prothrombin と結合せる抗-Prothrombin と結合して其作用を閉塞せしめ更に Ca-Ion の存在に於て Prothrombin と結合し Kephalin-Ca-Prothrombin を形成す。之れ即 Thrombin なり、Prothrombin と結合する結果血液は其補體を誘致せらる。若し此際 Ca-Ion 存在せざる時は、Kephalin は Prothrombin と結合する抗-Prothrombin を奪取し Prothrombin を遊離せしむるのみにして之と結合するこゝなきを以て敏化血球を解血せしむるこゝを得、之れ蔞酸漿は Calcium 含有漿よりも多量の敏化血球を解血せしめ得る原因なり。解血は Kephalin の發生を促がし此ものは抗-Prothrombin を中和し血球と Prothrombin との結合を容易ならしむ、而かも Ca-Ion は存在せざるにより Thrombin は發生せず。

**Thrombin** Thrombin は Kephalin-Ca-Prothrombin にして其等電點は中性反應よりも滴性側にあり従つて等電點が中性反應よりも酸性側にある纖維素原と迅速に結合して纖維素を形成す、Thrombin の一部は析出する纖維素に吸着せられ此状態にては久しく其作用を保持するも血液中に殘留するものは急劇に其能力を喪失す、之れ血清中に存する遊離の抗-Prothrombin が徐々に Thrombin の Kephalin 分に附着して Thrombin を無効ならしむるか、又は血清中に存する Kephalin と結合し血清中の Kephalin の濃度を減弱せしめ Kephalin と Prothrombin 化合物の解離を促し



Thrombin の作用を喪失せしむるものなるべし。

## 第六章 淋 巴<sup>1</sup>

既に前章に於て述べたるが如く血液は組織及び外界の中間に介在して一方には消化器及び肺臓に於て吸収したる養素を組織に分與するに同時に他方には組織に於て發生したる代謝産物を受領してこれを排泄器に送る、かくの如く血液及び組織細胞の間には常に物質の授受行はるに雖も各臓器の細胞は直接に血液と接觸するものにあらず、血管と組織細胞との間には種々の廣袤、種々の形狀を有する空隙を存し、その中には血液中より血管壁を透過し來りたる養素並びに組織細胞より排泄せられたる代謝産物を含む、この液を組織液と稱し、血液及び組織細胞は各自これと其の成分を交換す。而して組織細胞の官能緩徐なる時は養分の需要及び代謝産物の生成共に僅少なるを以て血液、組織液、組織細胞間の物質交換共に迅速に行はれ、組織細胞及び毛細管内血液は組織液を隔てて完全にその成分を授受す、従て組織液は毫も増減することなし。然るに組織の官能一度及び旺盛なるや血液は頻りにその成分を組織液内に送り、細胞は盛にその代謝産物を組織液内に排泄するを以て、成分の交換完全に行はるるの違なく組織液の量著しく増加し、該液は別路を経て血液中に運輸せらる、これ即ち淋巴なり。臓器及び組織に於て發生したる淋巴は先づ毛細淋巴管に集り漸次大なる淋巴管に移り静脈に伴ひて馳走しその下肢、腹臓<sup>2</sup>、頭左半、頭右半、上肢左半、胸腔左半より集合し來れるものは胸管<sup>3</sup>を経て、又頭右半、上肢右半、胸腔右半より出でたるものは右側淋巴總幹を経て各側の頸静脈及び鎖骨下静脈の合流點に於て静脈内に注入す。

淋巴の運搬せらるる速度は血液に比し遙かに遅緩なり、Weiss が馬の頸

1 Lympe 2 Unterleibesorgane 3 Ductus thoracicus  
4 Truncus lymphaticus dexter

淋巴幹にて測定したる處によれば一分間に約240—300 mmに過ぎずといふ。小淋巴管にては速度これよりも更に小なり。

身體各處に於ける淋巴の組成は一様ならず肢淋巴は有機性成分を含むに甚だ少なく、肝淋巴はこれを有するに最も多く、他の臓器より出づる淋巴の有機成分の含量はその中間に位す故にこれら各淋巴の集りて成れる混合淋巴例へば胸管を流るるものの如きは各臓器參與の大小によりその化學的組成に差異を呈す。身體若し靜止の状態にある時は四肢の淋巴管には淋巴の流通を見ず、四肢を運動せしむる時に當り始めてその分泌を認む、これに反し腹臓に於ては安靜時にも絶えず淋巴を生成しこれを胸管に致す、蓋し腹臓は起臥動靜絶えずその官能を營む爲なるべし。胸管を経て静脈内に注入せらるる淋巴の一日量は約3—4 lに達するものの如し。

往時に於ては嘗て組織内に存する水分及びこれに溶存する成分は悉く淋巴管を経て排泄せらるるものなりと考へたる時代ありしも、これは全く誤謬にして血液も亦物質の排泄に向ひて直接に關與し、養分が血液より組織内に向て濾出するに同時に又排泄分は組織より血管内に竄入するものなり。

### 第一節 空腹時の淋巴

性状 水の如く澄明なる液體にして時として微濁を帶ぶるに過ぎず。輕稠、淡黄、その比重は1.016—1.023、その味は鹹し。反應は中性なるもLackmusに對しては鹼性なり。

有形素 淋巴の一滴をとりてこれを顯微鏡下に窺ふ時はその中に幾多の白血球を認む、その大きさは直徑5—10  $\mu$ 、その數は血液に於けるものに略々相等しに雖もその形狀は甚だこれと異なり、血液中には多様核顆粒性の白血球多きに反し淋巴中に存するものは概ね淋巴球なり、これら淋巴球は淋巴腺に於て發生し淋巴腺を通過したる淋巴管内に多く出現す。赤血球はその數極めて少なく眞に曉天の星に比すべし、血小板は淋巴中に存在せざ



るものの如し。

**凝固** 淋巴を體外に放置すれば自然に凝固して纖維素を析出するこゝ宛かも血液に於けるが如し、然れどもその速度は血液の凝固に比し遙かに遅く且つ不完全なり。蓋し纖維素原の含量少なきに由る(0.04—0.06%)、淋巴の有形素を除きたる液状成分を淋巴漿と稱し、その纖維素を失ひたるものを淋巴清と稱す。

**淋巴漿の組成** 淋巴の組成は淋巴管域によりて各々異なり一に其臓器の化學機能に關係す、定性的には血漿に類似する點多く蛋白質の性質も相同じ(纖維素原も亦存在し淋巴の凝固を惹起す)きも其含量少なく約4%に過ぎず、球素量殊に小にして蛋白質及球素の比は2.4—4に達す尤も部位によりて異なる。

糖の含量は約0.1%なり血漿よりも屢々稍々大なるこゝあり、脂肪量は平常時に於ては極めて少なく(0.5—0.9%)、全 Cholesterin も 0.045—0.08%に過ぎず、之に反し脂肪吸収時に於ては Ether 浸出分の量4.5%に達するこゝあり。

鹽質量は胸管淋巴にては血漿より稍々大にして Cl 量は約10%大なり、炭酸張力は50—68 mm に達す。

## 第二節 消化時の淋巴

消化の際は脂肪の大部即ち約60%は淋巴管を経て吸収せらるるを以て淋巴の脂肪量著しく増加し、食後約2—3時間にして腸淋巴は無数の脂肪粒を含有する爲め乳様に變ず。故にこれを乳糜<sup>1</sup>と稱す。乳糜中の脂肪量は3—15%に達す。Lecithin の量も亦増加す蛋白質量及び糖量は常時と著しき差異を見ず。

1 Chylus

## 第三節 淋巴腔液

體腔は淋巴管上皮被膜を以て周壁としその中に全く淋巴に相當する液汁を含む。これら淋巴液はその量僅少なるを以てこれを化學的に検査するこゝ甚だ難く従て腦脊髄液、心膜液、眼液及び聽官液の他は概ね研索を缺けり。

1. **腦脊髄液** 腦脊髄腔の表面は他の淋巴腔と異なり軟内膜<sup>1</sup>及び邊緣神經膠體<sup>2</sup>の二膜よりなり膠質性成分を濾過するこゝ難きを以て該腔液中に存する膠質性成分の量は一般の淋巴に比し甚だ僅少なり。腦脊髄液は無色、透明、少しく鹹味を有する液體にして Lackmus に対しては弱鹼性を呈す。全く有形素を缺き、固形成分は約1%餘、有機分中蛋白質は殊に少なく漸く0.07%に過ぎず。有機性晶質も亦血漿よりも少なく糖は血糖量の約60—70%に過ぎず又殘餘窒素量は7—10 mg %のみ。是等より生ずる壓力缺損量は食鹽の増量により代償せられ食鹽含量は約0.7%に達す。Cholesterin は存在せず。

2. **眼液** 眼球内の液は化學的組成上全く他の漿液と同一なる性狀を有す。但し水様液<sup>3</sup>の組成は腦脊髄液と全く一致す。但し糖量は腦脊髄液よりも稍大なり。硝子様液<sup>4</sup>中には硝子類粘體<sup>5</sup>と稱する蛋白質あり約0.02—0.07%を占む。

3. **耳淋巴** 迷路液<sup>6</sup>には外淋巴と内淋巴とを區別す可し、前者は蜘蛛膜下腔と直接に連續し化學的性狀全く腦脊髄液に類似せり、内淋巴は稍粘稠の液にして1.5—1.6%の固形分を含む。

4. **心囊淋巴** 心膜腔の淋巴は透明にして黄色を帯ぶる粘稠の液體なり、固形分3—4.5%を含みその蛋白質含量は約2—2.5%に上る、鹽類は0.76—0.87%を占め、約0.1—0.2%の浸出分を含む。

1 Intima piae 2 Perineurilemma 3 Humor aqueus 4 Humor vitreus  
5 Hyalomukoid 6 Labyrinthwasser



## 第四節 淋巴の生成

上に述べたる如く淋巴と組織と血管との間には盛に水及び可溶性物質の交換行はるるを以て淋巴腔内に注射せられたる物質は須臾にして血管内に移行し速かに体内に傳播せらる、彼の Strychnin を皮下の淋巴腔内に注射する時は忽にしてその毒作用現はれ且つ大なる淋巴幹より出づる淋巴中にはこれを證明するこゝ能はざるが如き、又肋膜腔内に注射せられたる Methylen-青若くは Indigo-carmin は 20—120 分を経過するにあらざれば淋巴幹内の淋巴を着色せしめざるに反し注射後 5 分にして既に尿中に排泄せらるるが如き皆これが爲なり。従て一定の組織に於て生成せられたる淋巴も亦その發生の地點より離れて淋巴幹に達する間に絶えずその周囲の組織及び同行せる血管と其の成分を交換するを以て著しくその組成を變ず。故に淋巴幹内の淋巴を検して淋巴の生成を論ずるは全然不可能のこゝなり。吾人若し淋巴生成の由來を明かにせんことを欲せば勢ひ淋巴發生の地點に於ける毛細血管内血液及び組織液の定量的組成を比較せざるべからず。従て今日の如く未だこれら定量的分析を完全に行ふこゝ能はざる時期に於ては淋巴生成に關する説は全く一個の想像説たるに過ぎず。然れども從來既知の事實によれば濾過作用及び滲透作用により淋巴生成の説明を試むこゝを得べし。

1. 濾過作用 毛細血管内の血圧が組織壓よりも大なる時は液狀成分は毛細血管を通じ血液より組織内に濾過せられ、これに反し毛細血管内壓が組織壓よりも減少する時は液分は組織より血液内に濾過せらる。故に一定量の血液を動物脈管内に注射する時は其血圧高昇し液分は血管壁を通じて血管より組織内に濾過せらるるを以て血液は比較的血球に富み Hemoglobin の量を増す、又反對に動物の脈管より一定量の血液を取り去る時は脈管内の血圧減少し組織内より液分が血管内に進入する爲め該動

物の血液單位容積中に存する血球の数は減少す。Adrenalin を以て血圧を上昇せしむる際にも亦液分は血管内より組織内に濾過せらる。然れどもかくの如く血圧及び組織壓の差により液體が血管及び組織間に入出するに當り淋巴の流通は殆んど影響を蒙るこゝなし。

2. 滲透壓 種々の濃度を有する鹽溶液を血管内に注射するに溶液若し血液よりも高張なる時は水は組織より血管内に進入し、溶液が低張なる時は水は血管内より組織内に移る、これ血管壁は水を容易く通過せしむるも溶質を通過せしむるこゝ困難なるにより血管の内外に滲透壓の差を生ずるや主として水分が膜を通じて出入しその壓差を除去せんことを爲なり、又同様に細胞及び組織支拄質内の滲透壓と組織液の滲透壓との間に差異を生ずる時は水は交々兩者の間に移行すべし。

鹽類又は糖類の濃厚なる溶液(Heidenhain の所謂第二種淋巴生成質と稱するもの) を靜脈内に注射する時は淋巴が盛に流通するに同時に淋巴液も血液も共にその量を増加す、血液の増加するは高張なる鹽溶液の混入により血液の滲透壓上昇して組織液の水分血管内に進入するが爲なり、而してこれと同時に漸次鹽類は毛細管血管壁を通過して組織隙<sup>2</sup>に入り組織液の滲透壓を増大せしむるを以て水分は更に細胞及び組織隙支拄質より組織液内に滲入し淋巴も亦増量するものなり。

蟹筋、水蛭、甲介類、犬の腸及び肝等の浸出物、その他 Pepton、卵白等(Heidenhain の所謂第一種淋巴生成質と稱するもの)はこれを血管内に注射すれば淋巴の流通著しく催進しこれと同時に淋巴はその性狀を變ず、即ちその凝固性を減少し有機性物質の含量は甚だ増大す、この種の淋巴は肝に於て生成せらるるものにして豫め肝淋巴管を結紮したる時にはこの作用を認むるこゝ能はず、Starling<sup>3</sup> はこれを該物質により惹起せられたる肝血管の透過性昇進に歸し、Ascher は肝臟細胞の作用増進に歸せり。

1 Lymphagoga 2 Gewebsspalte 3 Starling: J. Physiol. 16, 224, 17, 30 [1894]



吾人は兩説の中その何れが是なるや知らずとも Ascher の唱ふる如く各腺性臓器の作用亢進に伴ひ淋巴が多量に生成せらるるは確實なる事實にして膽汁酸を靜脈内に注射して膽汁の分泌を促し、分泌素を注射して脾液の分泌を盛ならしむる際には肝、脾等に於ける淋巴増量す、Bainbridge はこれを證明して臓器に於ては大なる分子を有する化合物が分解せられて小分子なる多數の化合物となりて組織内の滲透壓を上昇せしむる爲め組織液は血液及び組織より水分を吸引し淋巴管を経て流出するものなりと云へり。然れども臓器の代謝産物が毛細管壁に作用してこれを變性せしめたる結果血液成分の排泄作用催進せられたりとの説を全然否定する可き能はず。

以上述ぶる所を以て見れば体内に於ける淋巴の生成は單に水壓及び滲透壓のみを以て説明し得るが如し、即ち始め血管より濾過し來りたる組織液は略血液と等張なるも組織細胞の働によりその中に存在する巨大なる分子が多數の小分子に分解せらるる時はその分子濃度著しく増加し組織液は血液よりも高張となる。然れども血液と組織液とは互に相接し單に薄壁により隔てらるるのみにして兩者間には絶えず滲透作用によりて可溶性物質の交換行はるるを以て該組織に於ける代謝作用緩慢なる時は血液及び組織間の物質の交換は殆んど完全に行はれ兩液中の分子濃度互に平均して組織液の増加を見る可きなし。

これに反し若し組織内に於ける代謝作用亢進し組織液の分子濃度盛に増大する時は該液と血液との間に於ける物質の交換平均に達するの暇なく、組織液の滲透壓は血液よりも遙かに大なるを以てここに水分は組織液中に滲入し著しく組織液を増量せしむ、かくして發生したる淋巴は淋巴管を経て再び血液に注入するものならむ。休息時に當り四肢に淋巴の流通を見ざるは蓋し代謝産物の生成小なきが爲めにして、淋巴の主として内臓臓器より來る可き多きはこれらの部分は常に行作を營み代謝作用盛に行はるる

が故なるべし。

淋巴の主成に關し Heidenhain 及び Hamburger は毛細血管壁が自動的に組織液を分泌する機能を有すと説き淋巴及び組織液が反て血液よりも大なる分子濃度を有する事實もこれが所信を確むるに似たりと雖も、淋巴及び組織液が血液よりも大なる分子濃度を有するは強ち毛細管壁の分泌作用によらざるも上の如くして説明するを得べし。

## 第七章 消化腺

食物中に存する諸成分を消化する種々の酵素並びに其他消化に必要な物質を分泌する腺にして或は消化管粘膜内に存在し又は獨立の腺器を形成し其内容を直接に若くは輸液管を経て消化管内に送る。

### 第一節 唾腺及び唾液

#### 第一項 唾腺

唾腺は口腔内に唾液を分泌する腺器にして耳下腺、顎下腺、舌下腺及び口腔粘膜内に散在する小腺器よりなる。腺により細胞中に凝固性蛋白質を多く含むもの、粘素を含むものあり之により蛋白腺及び粘素腺を區別す。人及び一般哺乳獸の耳下腺、家兎の顎下腺は前者に屬し、口腔粘膜内小腺、舌下腺及び一般動物の顎下腺は後者に屬す。人の顎下腺は混合腺に屬す。

Magnus-Levy<sup>1</sup>によれば人の唾腺は 27.4% の固形分を含有し其内 11.4% は脂肪、15.4% は蛋白質よりなる。蛋白質としては粘素、凝固性蛋白質、核蛋白體、核素あり。其他酵素、浸出分、Leucin, Purin-鹽基及び礦質を含む。

#### 第二項 唾液

唾液は耳下腺、顎下腺、舌下腺なる三對の唾腺及び口腔内に散在する

<sup>1</sup> Magnus-Levy. Biochem. Z. 24, 363 [1916]



小腺より分泌せらるる無色、無味、無臭の液體にしてその中に上皮細胞、唾液小體等を混する爲め稍濁す。その反應は Lackmus に対して弱鹼性を呈すれども pH は 6.55—6.85 の間にあり空氣中に放置する時は pH の値に於て平均尙 0.3 を増加す (Starr<sup>1</sup>)。食物攝取直前より直後に至る間に於て一時稍其酸性度を増加す。

唾液の比重は平均 1.005 にして、水分は 99.5% を占め、固形分は僅かに約 0.5% に過ぎず。固形分中には蛋白質殊に粘素、食鹽(約 2%)重炭酸鹽及び磷酸鹽等存在す。Rhodan-加里も亦一般に唾液中に含有せられ、殊に喫煙者に多しと云ふ (非喫煙者は約 0.03%, 喫煙者は 0.1—0.2% に達す)。微量の尿素も亦常に存在す。唾液中には多量の炭酸を含むを以て炭酸-Calcium は酸性鹽として溶存し居るも、唾液を空氣中に放置する時は漸次炭酸を失ふと共に炭酸-Calcium を析出せしむ。

その外唾液成分中の重要なものは酵素にして就中澱粉酵素を以て第一とす。唾澱粉酵素<sup>2</sup>(Ptyalin とも稱す)は主として耳下腺より分泌せられ液の中に存する酵素の主なるものなるも肉食獸の唾液中には存在せず。唾液は其外少量の麥芽糖酵素を含有し、尙其中に存する有形素中に微量の蛋白酵素、酸化酵素及 Katalase を存す。

各種の腺より出づる分泌液は稍その性状及び組成を異にす、耳下腺の分泌液は稀薄にして少量の蛋白質を含むも粘素を含有せず、顎下腺の分泌液はこれに反し少しく粘稠にして粘素及び微量の蛋白質を含み、舌下腺に至りては殊に粘液性の唾液を分泌するが如し。

一日に分泌せらるる唾液の量は食物の性状によりて差異あるも約 1—1.5l に及ぶと云ふ。

**唾液の作用** 唾液は口腔及び食物を濕潤にし且つ其内に存在する粘素の爲めに食物の嚥下を容易ならしむ、又食後口腔中に遺留せられたる食物

1 Starr: J. Biol. Chem. 54, 55 [1922] 2 Speichelamylase

の殘片を洗滌し以て齒牙を清淨にしこれが保健に參す。唾液は其内に含有する唾澱粉酵素によりて澱粉を分解して之を糊精となし終に麥芽糖に變ぜしむ。

## 第二節 胃粘膜の腺及び胃液

### 第一項 胃粘膜の腺

胃粘膜は部位により異なる種類の腺を有す。汎く散在しこぎに胃底部に於て能く發達するものを胃底腺<sup>1</sup>又は Pepsin-腺<sup>2</sup>といひ、幽門部に存在するものを幽門腺<sup>3</sup>と稱す。尤も此等二腺の分布は動物の種類により異なるを常とす。此二腺以外に胃粘膜は其全面に互り一層の上皮細胞にて蔽はれ該細胞は胃粘液の生成に與かるものの如し。胃底腺は主細胞<sup>3</sup>及び副細胞<sup>4</sup>と稱し色素に對し性状を異にする二種の細胞を含む。幽門腺は胃底腺の主細胞に似たる細胞より構成せらる。

### 第二項 胃液

胃液は無色、透明、輕稠の液體にして強酸性を呈す。その比重は 1.002—1.006 にして偏光面を左旋する性を有す。

胃液はその比重小なるに一致しその中に固形分を存するこぎ僅かに 0.3—0.6% に過ぎず。その有機成分の大部は核蛋白體様の物質にしてこれを加熱して 58°C に至れば凝固し寒冷により沈澱す、酵素も亦その沈澱中に含まる。灰分の量は約 0.1—0.17% にしてその大部即灰分の 98—99% を占むものは食鹽なり、鹽酸加里、磷酸土滴鹽あれども極めて微量なり。

胃液中最も重要な成分は鹽酸及び胃蛋白酵素(Pepsin)なり。その外少量の脂肪酵素あり。人の純粹なる胃液中の鹽酸量は犬に於けるものより大差なく約 0.4—0.5% に達す、従つて酸性度強く pH 1.5—2.0 に達す但し Congo-赤を標示薬として滴定せる酸性度は水素-Ionの濃度より計算せる酸

1 Fundusdrüse 2 Pylorusdrüse 3 Hauptzelle 4 Belegzelle



性度と殆んど同じきも、Phenolphthalein を標示薬と化した際には尙これより少しく酸性の度大なり、これ純粹の胃液中に存在する酸は遊離鹽酸のみならずして蛋白質と結合せる鹽酸あることを示すものなり。

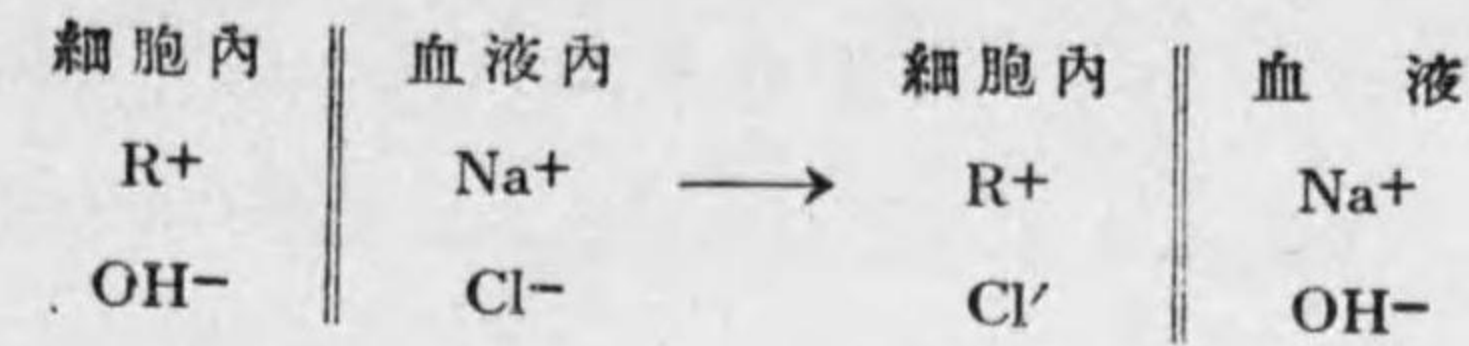
胃液の結氷點降下(通常 0.56—0.62°)並びに電導度は時期によりて著しき變化を呈し、且つ電導度と結氷點との變化は必しも互に平行するものにあらず、これ恐らく種々の電解物が種々の割合に於て存在するも、非電解物の混在せるこの爲めに起るものならむ。

1. 胃蛋白酵素(Pepsin)は空腹時に於て胃壁こみに胃底部に於ける腺の主細胞内に蓄積せられ消化時に當り分泌せらる。細胞内にありて未だ鹽酸に觸れざる酵素は鹼に對し抵抗強きも一度鹽酸に觸れたる酵素は鹼に對する抵抗著しく減少す。

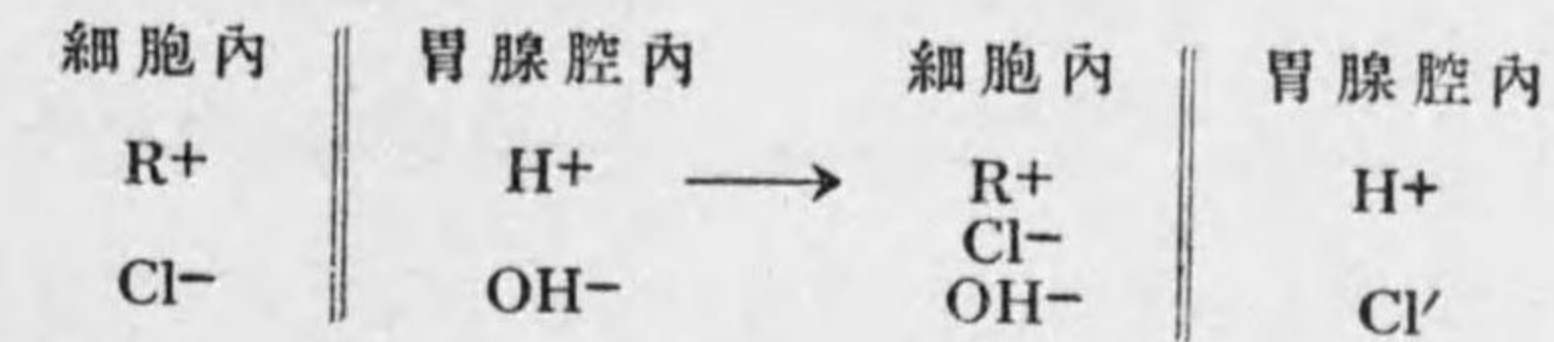
胃液若くは胃粘膜水浸出物は中性若くは弱鹼性反應に於て乳汁を凝固せしむる作用を有す。この凝乳作用は胃蛋白酵素に基くを考ふる人各別個の酵素によるを考ふる人あり。

2. 胃脂肪酵素 脂肪酵素も亦胃液中に存在するも胃に於て脂肪を水解する働は極めて少にして唯纔かに乳汁に於けるが如く乳化状態にある脂肪によく作用するに過ぎず。且つ、この酵素は鹽及鹼により甚だ破壊され易きを以て新鮮なる胃液ならざれば之を證明するこゝ能はず。Pepsin-鹽酸はその働を阻害す。脂肪に富める食物を攝取する時に酸性胃液の分泌減退するは蓋し又一の適應現象とも稱すべきか。胃脂肪酵素の至適酸度は  $\text{pH} = 4-5$  なるも之を精製する時は胰脂肪酵素と相似たる至適酸度を示すに至る。

鹽酸の生成 胃粘膜による鹽酸生成に就ては未だ完全なる説明を缺くも雖も若し胃分泌細胞中に存する蛋白質若くは他の透過性物質か或時期に於て好んで血液中に存する鹽素-Ion と結合して鹽化物を作成し、



他の時期に於て胃腺腔に面したる處にて同じく Donnan の膜平衡により一部の鹽素 Ion を細胞膜外に竄出せしむるこゝあらば



胃腺腔内に鹽酸の分泌し得るこゝを理解するこゝ難きに非らざるべし。

動物が酸を生成するは胃粘膜に限れるに非らず *Dolium galea* (Mollusc) の唾腺は 4—5% の硫酸を分泌し、又他の Molluscs は濃厚なる Asparagin 酸を生成す。

休息時には鹽酸の發生量少にして悉く粘液生成細胞より分泌せられたる粘液と結合す。消化時に於ても鹽酸が、胃中に存する食物を結合し終へたる時は鹽酸の生成緩徐となり、且粘液と結合するを以て胃内容の酸度は一定度を超過するこゝなし(McCann<sup>1</sup>)

一日中に分泌せらるる胃液の量は一定せず、攝取したる食物の量に比例するものの如し、平均 2—3 l に及ぶと云ふ。

犬に食後に重炭酸曹達を與ふるに體重 1 Kilo に對し 1 g に達せざる時は何等胃液の分泌を阻害するこゝなく之よりも小なる量に於ては反て胃液の分泌を増進す。此量を超過する時は胃液の量並びに酸度を減少せしむ。但し空腹時に於ては絞上の量よりも遙かに小にして既に障礙を招來す。脂肪は胃液の分泌を阻止す。

胃液の分泌は所謂試験食を與ふるか又は Histamin の皮下注射を行ひ之を促進するこゝを得べし Ewald の試験食是一片の麵麩と一杯の茶よりなり食後一時間にして胃内容を胃瘻管にて取り出だし之を分析す。

<sup>1</sup> McCann: Am. J. Physiol. 89, 483 [1929]



人胃液組成  
(比重 1.002—1.006)

構 成 分	%
水	99.20—98.94
溶 質	0.80—1.06
有機性化合物	0.34—0.47
無機性化合物	0.46—0.59
HCl	0.35—0.45
全 Cl	0.49—0.56
NH <sub>3</sub>	0.05—0.07
K, Ca, Mg	微量

### 第三節 膵臓及び膵液

#### 第一項 膵 臓

膵臓は蛋白質、脂質、糖質を消化するに必要な酵素を生成する重要な腺器にして其分泌物なる膵液を腸管の上部に送る。尚多くの動物にありては膵臓内に特殊の細胞團なる Langerhans の細胞島<sup>1</sup>を有し此處に於て覚醒素を作る。膵臓の大きさは大人にありては約 70—90 g を算す。

**蛋白質** 膵臓内に含有せらるる蛋白質の主成分は水及び中性鹽溶液に溶解せざる蛋白質及び核蛋白質よりなり Globulin 及び Albumin は僅少に過ぎず。核蛋白質中には抱合簇として Guanyl-酸を含有するものあり。

**浸出分** 浸出分として Leucin, Tyrosin, Purin-鹽基, Inosit, 乳酸, 揮發性脂酸及び脂肪を含有す。是等の内には化學的操作によりて發生したるものもあるべし。

**無機分** 動物の種類、性等により大差あるものの如し一般に Calcium は Magnesium より遙かに多量に存するが如し。

**組成** Magnus-Levy<sup>2</sup> に従へば 27.8% の固形分を有し其内 10.6% は脂

<sup>1</sup> Zellinsel <sup>2</sup> Magnus-Levy: Bioch. Z. 24, 362 [1910]

肪, 15.6% は蛋白質よりなる。

#### 第二項 膵 液

膵臓に於て發生し輸管により十二指腸に注加せらるる分泌液にして一日中に於ける分泌量は食物の種類により異なるも平均 500—800 cc なるべし。

草食動物の如く常時腸が内容物を以て充填し居るものにありては膵液の分泌は持続的なるも人間にありてはその分泌間歇的なり。膵液の量、滲透性及酵素量は空腹時に最も少にして、採食後増加し、3 時間後にて最大に達し 7 時間後に舊態に復す。

膵液は無色透明の液體にして泡沫を生じ易く、反應は pH 7.5—8.0。蛋白質を含有するを以て煮沸すれば濁濁す。比重約 1.008, 結氷點は零下 0.47°C なり。固形分は約 1.3% を含有しその半量は礦質よりなる、礦質の重なるものは滲鹽化物及び滲炭酸鹽にして其外 Calcium, Magnesium, 及び磷酸の鹽類あり。無機分の總濃度は約 160 mMol にして血液と略同一なり。有機質としては蛋白質 (0.13—0.17%), Proteose, Pepton, 痕跡の核蛋白質を含む。酵素は主として Carboxypolypeptidase, 膵蛋白質酵素 (Trypsin), 膵澱粉酵素 (Amylopsin), 膵脂肪酵素 (Steapsin) にしてその外 Aminopolypeptidase, Dipeptidase, Protaminase 麥芽糖酵素及び(少なくとも幼年期に於て)乳糖酵素を含有す。

**膵液の分泌** 膵液の分泌は神經性並びに化學性の調節を受く。膵液分泌の化學的調節は分泌素<sup>1</sup>によりて營まる、分泌素は一種の覚醒素(調節作用編参照)にして腸粘膜内に前分泌素<sup>2</sup>として存在し、胃より入り來る酸性の糜粥に遇ひて賦活せられて分泌素に變じ血液内に入りたる後、膵臓細胞を刺戟して膵液の分泌を惹起す。糜粥による膵液分泌は 2 分にして盛に起り約 5 分の間持續す、Alcohol, 石鹼等も鹽酸と同じく前分泌素を賦

<sup>1</sup> Sekretin <sup>2</sup> Prosekretin



活する作用を有す。Pilocarpin, Curarin 及 Methylguanidin の注射は膵液の分泌を促進す。

以上の如き化學的調節の外尙神經的調節あり。迷走神經及び内臟神經によりて支配せらる。

Pawlow の研究によれば膵液中に存在する酵素は全く食物の種類に適應して生成せらるべく、牛乳のみを飲用する時は脂肪酵素に富み、麵麩のみを食する時は澱粉酵素を含むこと多き膵液を發生す。食肉動物には屢澱粉酵素を缺如し、食草動物中に膵蛋白酵素の存在せざるものありと云ふ。Pawlow は胃より移行したる糜粥が十二指腸粘膜を刺戟して種々の神經末端を感應せしめ若くは種々の衝動を惹起してこれを膵臓若くはその神經中樞に傳へ、細胞は恰かも理性ある活物の如く適應なる動作をなすものと断定せり、然れどもこれには充分なる根據あるにあらず。Pawlow の説に反し膵液の分泌は食物の種類によりて全く影響を受けざることを実験的に主唱する人あり。

#### 第四節 肝臓及び膽汁

##### 第一項 肝臓

食物より攝取せられたる消化物を同化し、代謝産物の毒性を削減し、消化液を生成し、排泄作用を營む等種々の機能を有する腺器なり。其化學作用の多岐なるに伴ひ其代謝も亦甚だ旺盛にして肝臓の重量は全身體重の約3.3%なるに拘らず其代謝量は全代謝量の約12%に達し肝靜脈血の温度は口腔内温度よりも約1°C程高し。

**蛋白質** 肝臓は Halliburton<sup>1</sup> に従へば 68—70° 及び 45—50° にて凝固する二種の Globulin, 60° にて凝固する核蛋白體を含む。其外多量の不溶解性蛋白質を含有す。

**脂肪** 肝臓中に存する脂肪量は一定せざるも、正常時には 4.3% を超ゆることなし、通常微細なる小球として存在するも乳兒及び多量の脂肪を

<sup>1</sup> Halliburton: J. of Physiol. 13 Suppl. Bd. [1853]

有する食物を攝取したる後には粗大なる脂肪球として存在す。肝臓内脂肪の組成は動物の種類、食物内脂肪の種類によりて異なるも一般に皮下脂肪組織よりも多量の不飽和脂酸を含有す。

**磷脂質** 肝臓内磷脂質の量は 2.4% に達し、其量は飽食時と饑餓時とによりて大差なし、其脂酸の構成成分は攝取したる食物内脂肪の性状によりて種々異なるべし。

Cholesterin 及び Cholesterin-脂酸-Ester も亦肝臓内に含有せらるるも Oxycholesterin は少なし。

**糖質** 主として存するは糖原なり其量は食物攝取後に著しく増量し、饑餓時に減少す。飼養により濕肝量の約 18.7% に達せしむることを得。

**浸出分** 比較的少量の Purin-鹽基を有し。固形分に對し Guanin 20%, Hypoxanthin 13%, Xanthin 12% を含む。其他尿素、尿酸、d-乳酸、Cholin, Leucin, Taurin 及 Cystin 等も亦存在す。膽汁色素は正常的には之を検出すること難し。

**酵素** 肝臓は Katalase, 各種酸化酵素, Aldehyd-變改酵素, 澱粉酵素, 脂肪酵素, 蛋白酵素, 核酸酵素, 脱-Amino-酵素, 尿酸酵素, Arginin-酵素及 Caroten-酵素等を含む。

**鑛質** 肝臓の鑛質は磷酸, Kalium, Natrium, 土鹼及び鹽素なり。但し門脈より鹽素、Natrium-、重炭酸-Ion 等を受理して酸鹼平衡を得しむる作用あるにより之に伴ふ動搖あることを免れず、其他肝臓は微量なる鐵、銅及び Mangan を必須の成分として含有す。初生兒の肝臓は成獸の肝臓よりも是等重金屬の含量の割合大なり。尙食物より入り來れる鉛、亞鉛、砒素等は肝に於て結合捕捉せらる。

水分は約 80% なれども肝臓の如く時として多量の有機性膠質を攝取する臓器にては水分の動搖大なるを常とす。

##### 第二項 膽汁



胆汁はその中に酵素を含有せずともその主要なる成分によりて養素の消化及び吸収を助け重大なる作用を営むと同時に或種物質(金屬, Cholesterin 等)の排泄媒たり。胆汁は肝臓に於て發生し、膽囊中に貯藏せられ輸管により十二指腸に注加せらるる消化液にして肝臓よりの分泌は持続的なるも膽囊よりの流出は間歇的なり。

腸管内に胆汁の流入する機序は明かならずとも酸性の糜粥が十二指腸壁に作用し分泌素を發生するに因るものなるべし。1日中に肝臓より分泌せらるる胆汁の量は確言するに難きも約 500—1200 cc 推定せらる。瘻管を作成したる際これより流出する量は約 550 cc なりと推定せらるるもこの場合に於ては一方には酸性糜粥が胆汁によりて中和せらるるに因りて胆汁の分泌を促進する作用あると同時に他方に於ては胆汁が腸内に注加せられず従て胆汁酸の吸収に因する胆汁分泌増進を缺くを以て(以下を見よ)果してこの量を一日中の胆汁分泌量と稱し得るやは疑なき能はず。

肝臓より分泌せらるる胆汁即ち肝膽は稀薄透明なる液體にして粘素を含むに乏しきも膽囊に於て貯藏せらるる間に水分を失ひ且つ膽囊粘膜より生ずる粘素を混するを以て囊中に蓄積せる胆汁即ち囊膽は粘稠濃厚となり尙これに上皮細胞の破片及び石灰を混和して濁濁の觀を呈せしむ、従てその固形分の如きも肝膽にありては纔かに 3—4% に過ぎざるも、囊膽にありては 16—17% に達す。然れども胆汁は固形分の増加に伴ひ食鹽を失ふを以てその滲透壓は兩者に於て毫も差なく共に 0.54—0.56° の結氷點降下に相當す。

腸内に排泄せらるる囊膽は水分吸収の程度によりて大にその比重を異にし 1.008—1.040 の間に動搖す、従てその色調も亦甚だ異なり、淡きは黄金色を呈し濃きは黄褐色に及ぶ。然れども胆汁は容易に酸化作用を受くるを以てこれを空氣中に放置すれば須臾にして何れも綠色に變ず、味は苦味を呈し少しく甘味を帶ぶ。反應は Lackmus に對し鹼性なるもその pH 價は 7.9

—6.5 の間を上下す。熱するも凝固せず、これ粘液を混する爲めならむ。

胆汁中に含まるる有機成分として特殊なるものは胆汁酸の滷鹽及び胆汁色素なり、その他粘素, Cholesterin, 脂質(Lecithin, 石鹼, 中性脂肪), Ether-硫酸, 抱合性 Glucuron-酸, 尿素, 尿酸等を含む但し尿素は痕跡に過ぎず、その他常に必ず Urobilin-原を含有す(木村徳衛)。

無機成分は胆汁酸と結合せる以外の滷, Calcium, Magnesium, 鐵等の鹽化物及び磷酸鹽を含む、その他痕跡の銅, 亞鉛を混するにあり。胆汁中に含まるる瓦斯中多量を占むるものは炭酸にしてこれは滷の量と共に増減す、酸素及び窒素は痕跡に過ぎず。胆汁の組成は素より一定せずとも概念を與へん爲め次に人膽に就てその略表を掲ぐ。

固形分	肝 膽		囊 膽	
	3.53%	2.54%	17.03%	16.02%
水分	96.47	97.46	82.97	83.98
粘素及色素	0.43	0.52	4.19	4.44
Taurochol-酸鹽	0.21	0.22	2.74	1.93
Glycochol-酸鹽	1.62	0.69	6.96	6.97
脂肪及石鹼	0.14	0.10	1.12	1.06
Cholesterin	0.16	0.15	0.99	0.87
Lecithin	0.06	0.07	0.22	0.14
脂肪	0.10	0.06	0.19	0.65
可溶性鹽	0.68	0.73	0.29	0.30
不溶性鹽	0.05	0.02	0.22	0.24

### 第三項 胆汁酸

胆汁酸は各種の Chol-酸が Glycocoll 若くは Taurin と結合せるものにして、これらを Glycochol-酸若くは Taurochol-酸と稱す。これを酸又は滷を以て熱すれば水解せられて各構成成分に分解せらる。

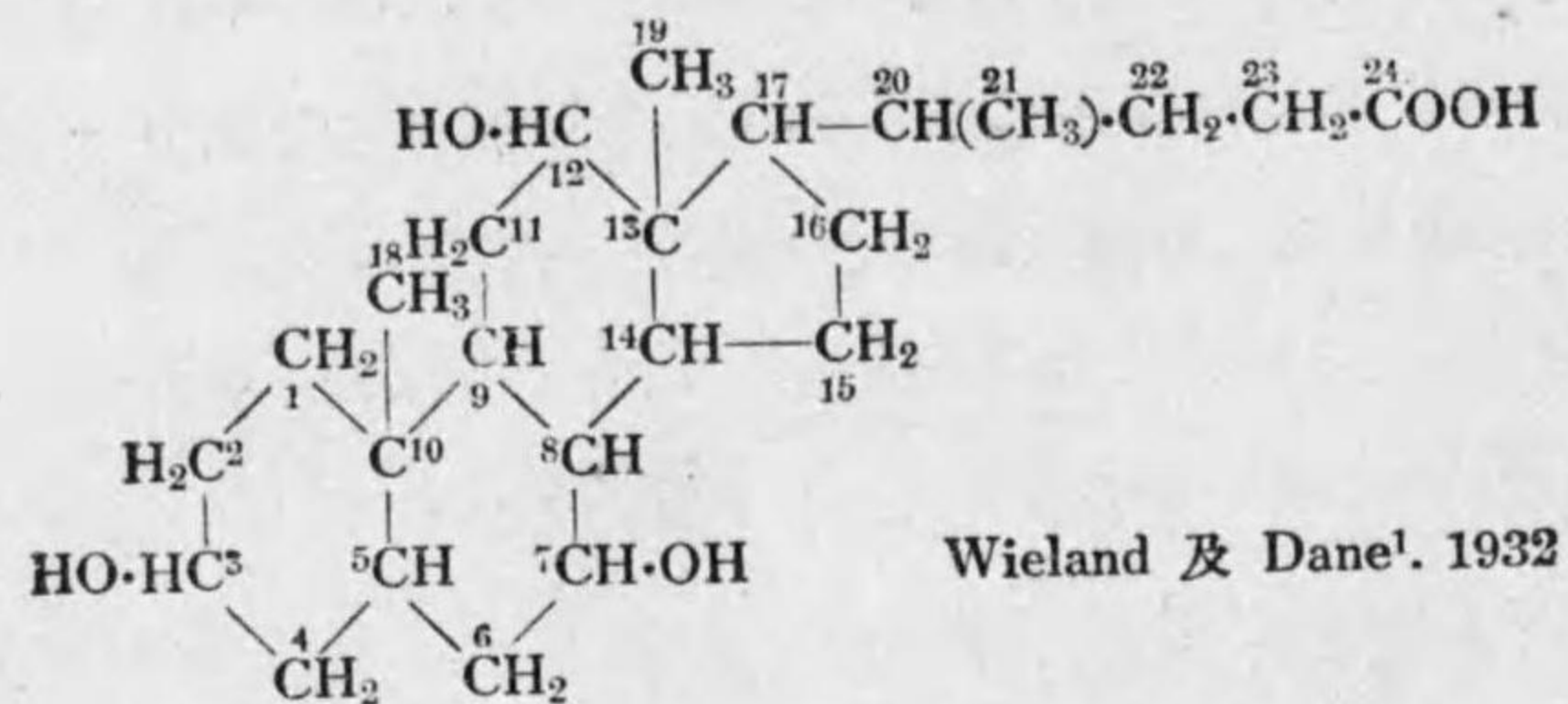
牛膽に獸炭を加へて蒸發乾固せしめたる後之を熱-Alcohol を以て浸出し冷却後之に Ether を加ふる時は Glycochol-酸鹽及び Taurochol-酸鹽の混



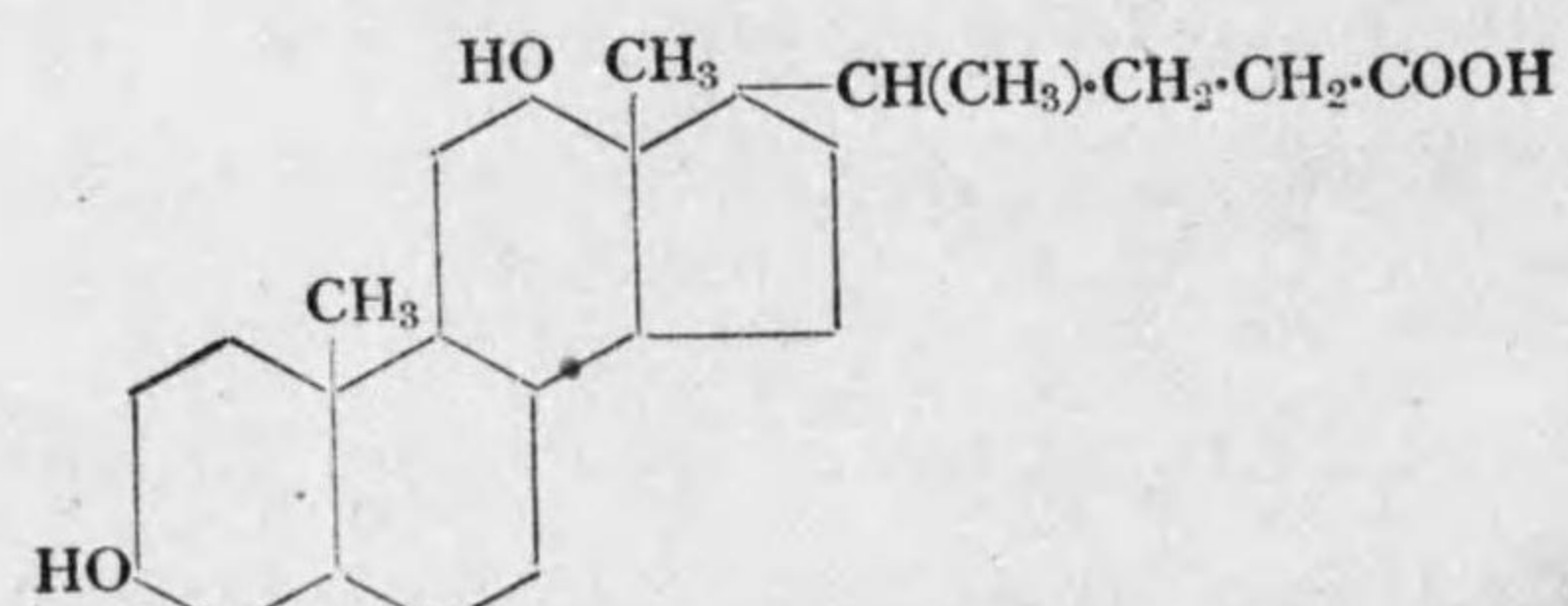
化合物を得之を Plattner の結晶膽を稱し再三再結晶を反復して之を純粹にするこゝを得。之を水に溶解し之に醋酸鉛を加ふる時は Glycochol-酸鹽は沈澱し、Taurochol-酸鹽は溶存す。

### I. Chol-酸

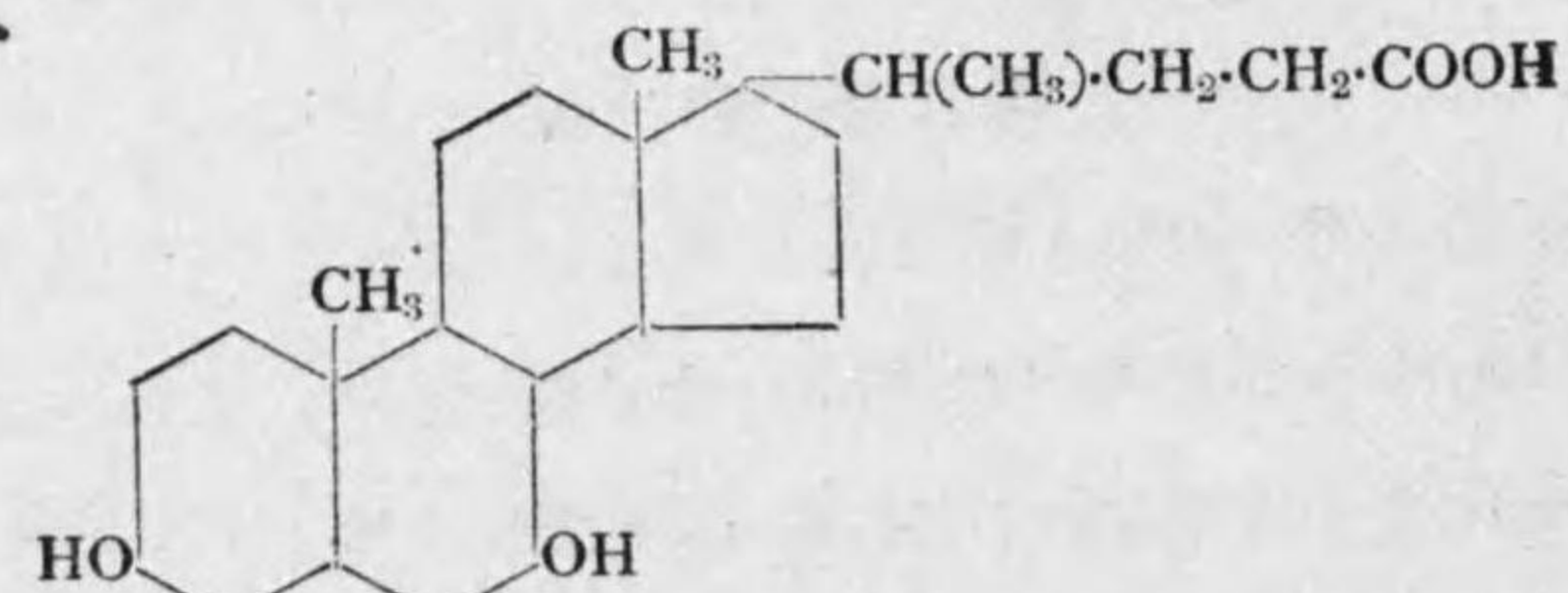
Chol-酸は肝臟特殊の産物にして Cholesterin より誘導せらるる Cholan-酸  $C_{24}H_{40}O_2$  の Monoxy-, Dioxy-及 Trioxy-置換體を看做すべきものなり、其天然に屢々見らるる主なるものの構造式を擧ぐれば



Chol-酸(3, 7, 12 Trioxycholan-酸)

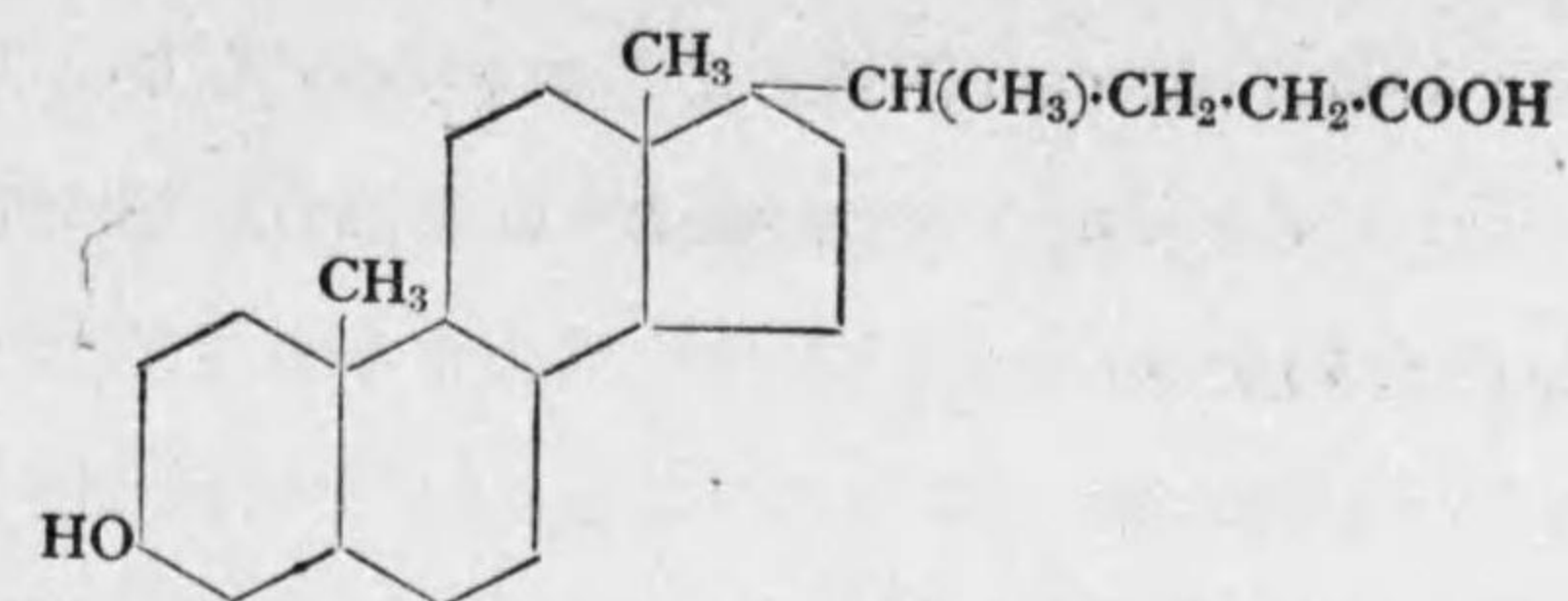


Desoxychol-酸(3, 12-Dioxycholan-酸)



Anthropodesoxychol-酸(3, 7 Dioxycholan-酸)

<sup>1</sup> Wieland 及 Dane: Z. f. physiol. Chem. 210, 268 [1932]



Lithochol-酸(3-Oxycholan-酸)

Chol-酸の水酸基は二種の方法によりて之を除去するこゝを得、即ち 1. Chol-酸を真空内にて加熱して OH-基を之に隣れる H-原子と共に水として分離せしむる時は既存 OH-基の數に相當する Ethylen-結合を得(Cholen-酸, Choladien-酸 及び Cholatrien-酸)るが故に之を觸媒的に還元する時は何れも飽和せられて同一の Cholan-酸  $C_{24}H_{40}O_2$  となる。2. 第二の方法は胆汁酸を注意して酸化して其 OH-基を CO-基に變ぜしめ(所謂脱水素酸)たる後亞鉛-Amalgam を HCl を以て Carbonyl-基を Methylene-基に變ぜしめ同一の Cholan-酸を得るなり。故に何れの胆汁酸の構造も Cholan-酸の置換の箇所の符號を附して之を現はすこゝを得べし。かくして Cholan-酸には OH-基 1 個、2 個及 3 個を有する置換體存するこゝを知る。

#### 1. Lithochol-酸, 3-Oxycholan-酸 $C_{24}H_{40}O_2$

少量に人及び牛の胆汁中に存す。胆汁酸混合物を Ether にて浸出し稀薄 Alcohol にて再結晶する時得らる。186° の熔融點を有する柱晶にして 1.75% Alcohol 溶液にて +32.14° の比旋を呈す。濃硫酸にて綠色の螢光を放ち、蔗糖液及び濃硫酸にて Pettenkofer の胆汁酸試験を呈す。Chrom-酸にて注意して酸化せらるれば Dehydrolithochol-酸となり、真空にて蒸餾せらるれば Cholen-酸  $C_{24}H_{38}O_2$  となる。

#### 2. Desoxychol-酸, 3, 12-Dioxychol-酸 $C_{24}H_{40}O_4$

胆汁酸の約 10% を占め、胆汁酸混合物(鹼にて鹼化して得られたるもの)より Alcohol にて浸出し水醋酸にて再結晶して精製す(一分子の結晶醋酸を有する結晶は 145° の熔融點)。遊離の酸は Alcohol より得られ 125° の



熔融點を有す。2.03% Alcohol-溶液の比旋は  $+57.02^\circ$  なり。

Desoxychol-酸は Alcohol 以外の溶媒よりは遊離の状態に析出せず、常に安定の添加結合物を作る、此性状は又重大なる生機的意義を有す。即ち Desoxychol-酸は Stearin-酸より醋酸に至る迄の凡ての脂酸と溶解性の添加結合物を作成す。此の如き化合物を Cholein-酸と稱す。Naphthalin, 樟腦, Xylol, Cholesterin 等も亦 Desoxychol-酸によりて溶解性を得。脂酸と結合する割合は脂酸の分子量と共に増大し醋酸にては 1:1, Stearin-酸にては 1:8 なり。

Desoxychol-酸の Chloroform 溶液に失水醋酸及び濃硫酸を添加する時は赤、褐、緑の色を呈して現はれ終に濃綠色の螢光を發す。眞空にて加熱せらるれば Choladien 炭素酸を生ず。

### 3. Anthropodesoxychol-酸(Chenodesoxychol-酸), 3, 7-Dioxycholan-酸

人、鶯、鶏の胆汁中に見出さる。Desoxychol 酸と異なり Cholein-酸生成の能なきも其鹼鹽は石鹼を溶解する力強し。

### 4. Hyodesoxychol-酸 $C_{24}H_{40}O_4$ , 3, 6-Dioxycholan-酸

豚胆汁中に存す。Alcohol より析出したる遊離の酸は  $151^\circ$  の熔融點を有す。無味の胆汁酸にして Pettenkofer の反應を呈す、Cholein-酸を形成せず。

### 5. Ursodesoxychol-酸

熊の胆汁中にあり。

### 6. Chol-酸, $C_{24}H_{40}O_5$ , 3, 7, 13-Trioxo-Cholan-酸

胆汁酸中最も多量に存する酸にして牛の冬胆汁を Alcohol にて脱粘液化したる後之を鹼にて水解する時得らる、Alcohol より一分子の Alcohol と共に析出し四面體又は八面體の結晶を作る。196—197 $^\circ$  にて熔融し、熱湯、氷醋酸、Alcohol に容易く溶解し、Ether, Aceton にきけ難く、冷水には更に溶解難し。其 Alcohol 溶液は  $+37.02^\circ$  の比旋を有す。

Chol-酸は蔗糖液及び濃硫酸に遇ひて Pettenkofer の胆汁酸反應を呈す。沃度沃度加里液に遇ひて青變し加熱せらるる時は褪色す。又結晶を25%の鹽酸に入れて放置する時は徐々に紫青色を發現し D-線附近に吸收帶を示す。

Chol-酸は容易く Ester を作成し之を Alcohol 溶液にて加熱したるのみにて既に Ester 化す。Chol-酸の Hydrazid を亞硝酸にて處理する時は Azid  $C_{21}H_{39}O_4N_3$  に移行し、此ものは Glycin 又は Taurin と作用して胆汁酸となる。

## II. 抱合性胆汁酸

抱合性胆汁酸中最もよく研究せられたるものは Glycochol-酸及 Taurochol-酸なり、其鹼鹽は Cholein-酸を生成するも遊離酸は Cholein-酸を作らず、胆汁酸鹽は殊に稀薄なる溶液に於て著しき表面活性度を呈す。

### 1. Glycochol-酸 $C_{26}H_{43}NO_6$

主として人及び草食動物の胆汁中に含有せられ犬の胆汁中には缺如す、水より針狀晶として析出し1.5分子の結晶水を含有す、結晶は 138—140 $^\circ$  にて熔融し、無水の狀態にては 155 $^\circ$  にて熔融す。Ether には殆んど溶解せず、鹼鹽の水溶液に醋酸鉛、鹽化鐵、硝酸銀等を加ふれば沈澱す。

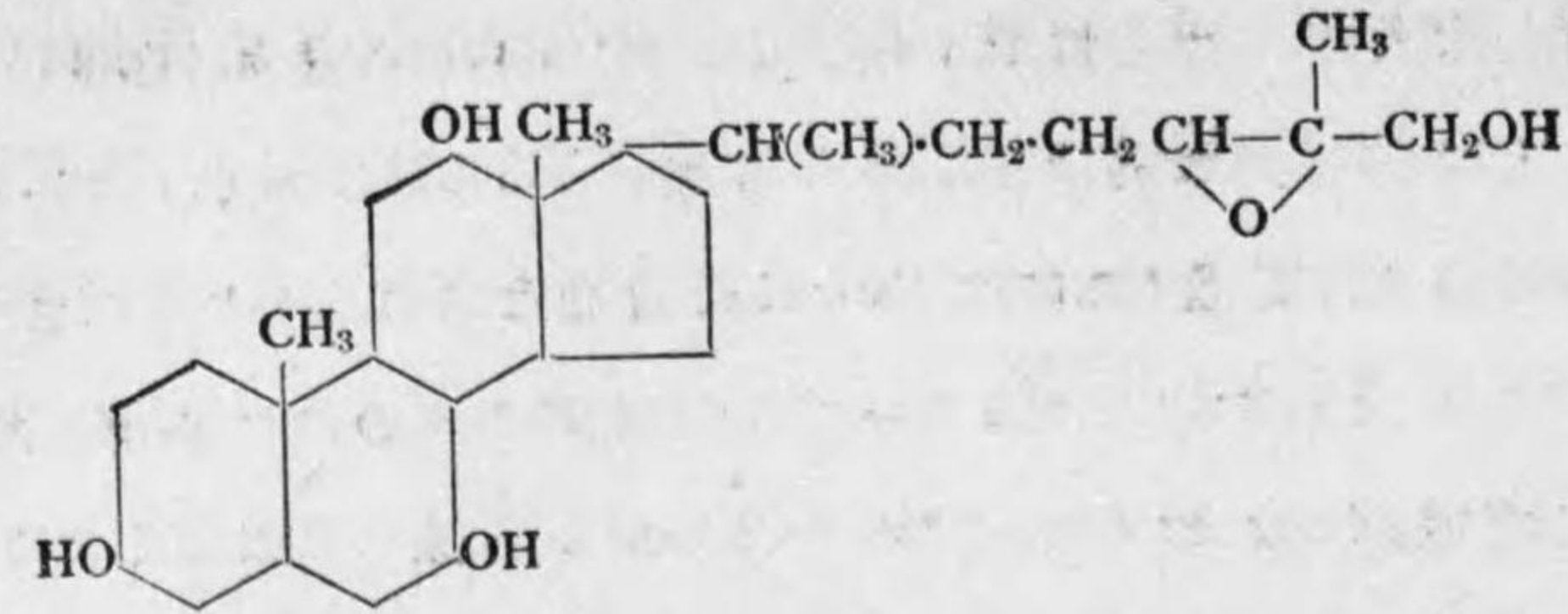
### 2. Taurochol-酸, $C_{26}H_{45}NSO_7$

主として肉食獸の胆汁中に存すも雖も草食獸及人の胆汁中にも亦存在す。含水 Alcohol より Ether 添加に際し針晶又は柱晶として析出し熔融點は確然たらず、鉛醋には沈澱するも鉛糖及び他の重金屬鹽にて沈澱せず。

### 3. Scymnol-硫酸

鮫類の胆汁中にあり Cholesterin と Chol-酸との中間に位する Scymnol なる Alcohol が硫酸と結合して生じたる一種の胆汁酸なり、Scymnol は次の如き構造を有すを考へらる。





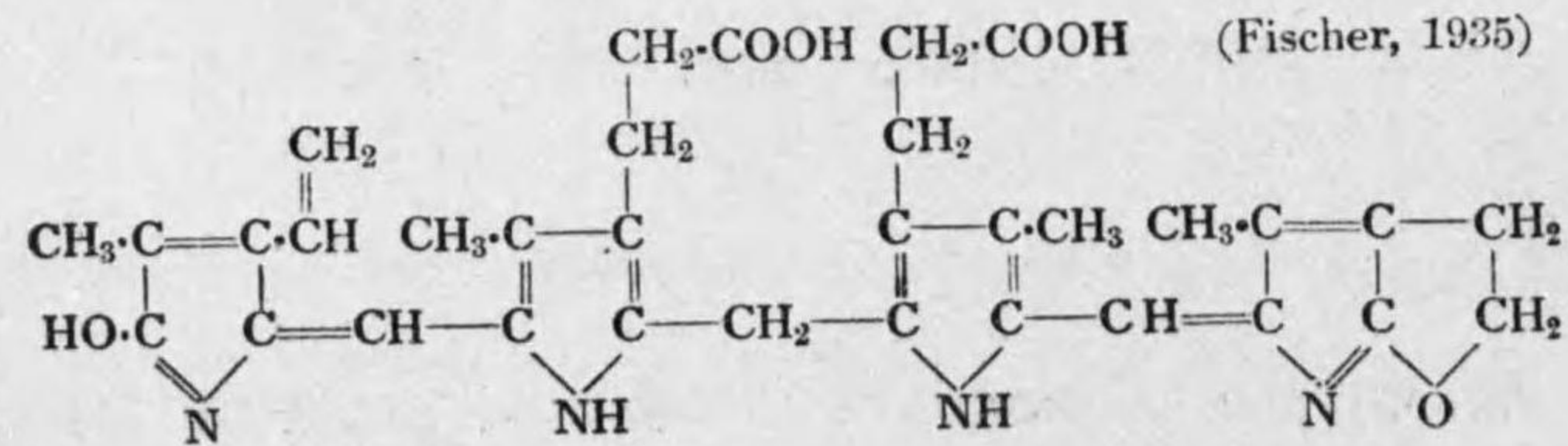
これらの胆汁酸は鹼として胆汁中に存在しその量、肝臓にては約1-2%、嚢胆にては10%に達し、針状若しくは柱状の結晶として得らる。水及び Alcohol には溶解すれども Ether には溶けず。これら鹼の溶液は右旋性を呈し、Cholesterin, Lecithin, 脂酸, 石鹼等を溶解する性を有す。

**胆汁酸の作用** 胆汁酸は有害にして Saponin の如く解血作用を呈し又血圧の降下及び筋肉痙攣を起す。胆汁酸鹽の服用は著しく胆汁の分泌を促進す。尚腸管内に於て脂酸及びCholesterinの吸収は胆汁酸によりて著しく促進せらる。

第四項 胆汁色素

胆汁の色は主に二種の色素よりなる即ちその一は赤黄色なる Bilirubin, 他は緑色なる Biliverdin にして兩者の割合如何によりて胆汁に種々の色彩を與ふ。直接に肝臓より分泌せらるる胆汁の色素は殆んぎ全く Bilirubin よりなるを以てその色は黄金色なり Biliverdin は Bilirubin の酸化せられて發生したるものにして正常的によく Bilirubin と共存す。

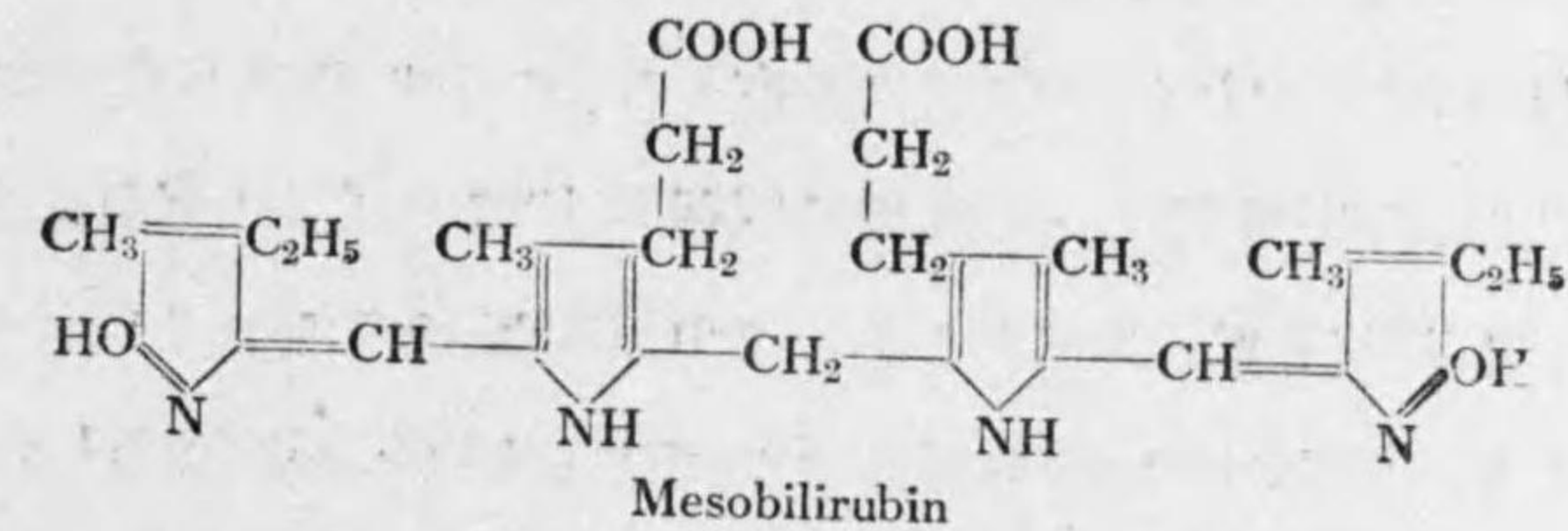
I. Bilirubin C<sub>33</sub>H<sub>36</sub>N<sub>4</sub>O<sub>6</sub>



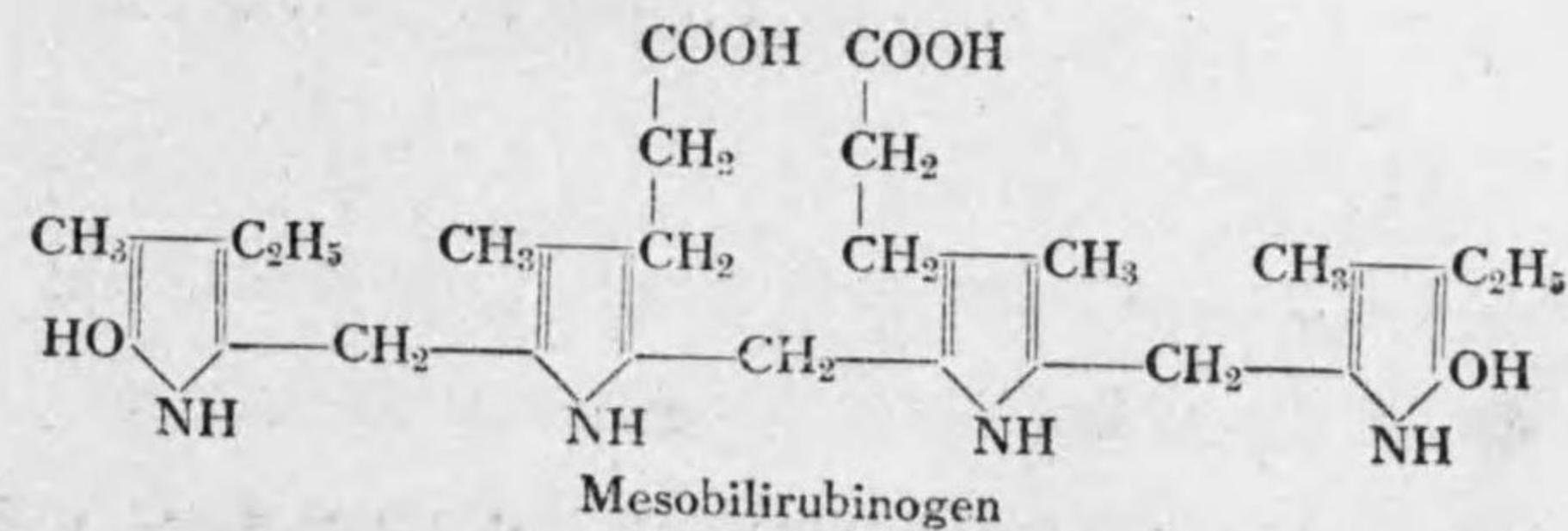
赤黄色の斜方板をなす, Chloroform こゝに熱 Chloroform に容易く溶解し Alcohol には溶け難く Ether, Benzol, Amyl alcohol 及び二硫化炭素

には微量に溶解す。酸の性状を有し水にさけず油には容易く溶解し黄色の液を作る(體液中には此状態に於て存在す), Bilirubin を含む Chloroform を稀薄なる油液と振盪する時は Bilirubin は油鹽となりて水中に移行す(之れ Lipochrom 及 Lutein と異なる處なり), 油鹽の溶液は土油鹽, 醋酸鉛, 亞鉛鹽, 硝酸銀に沈澱す, この際 Calcium は一原子の割に結合せらるるを以て色素は二鹽基性の弱酸と看做すことを得べし。尚 Bilirubin はその溶液より硫酸安門の飽和によりて析出せらる。空氣に觸るる時は酸化せられて綠色の Biliverdin に變ず。水溶液中に於ける Bilirubin の溶解度及び溶液の色調は溶液の pH 値と密接なる關係を有す, 溶液は特殊の吸收帶を示さず。光線殊に紫外線によりて褪色す。Bilirubin 油鹽の安門性溶液に鹽化亞鉛の溶液を加ふれば溶液は橙黄色次で綠色に變じ, 赤色部に一條の吸收帶を表はす。このものは C と D の間にありて C に近く位す(λ=650μμ).

Bilirubin を膠質性 Palladium 又は白金黒の存在に於て水素にて處理する時は4原子の水素之に加はりて Mesobilirubin に變ず。



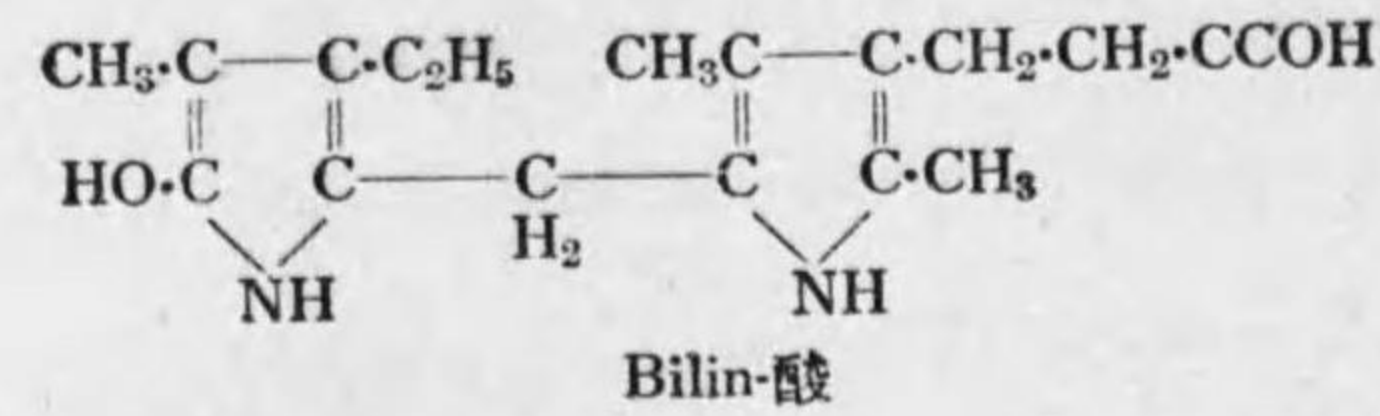
Mesobilirubin 又は Bilirubin を Natriumamalgam にて還元する時は更に4原子の水素を取りて Mesobilirubinogen に變ず。



此 Mesobilirubinogen は又腸内に於て細菌の作用により Bilirubin より



發生し吸収せられたる後 Urobilinogen として尿中に排泄せらる。Urobilinogen と Mesobilirubinogen とは全く同一の化合物なり。沃化水素及び沃度磷にて還元せらるる時は Bilin-酸 (C<sub>19</sub>H<sub>26</sub>N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) に變ず。



2. Biliverdin C<sub>33</sub>H<sub>36</sub>N<sub>4</sub>O<sub>8</sub>

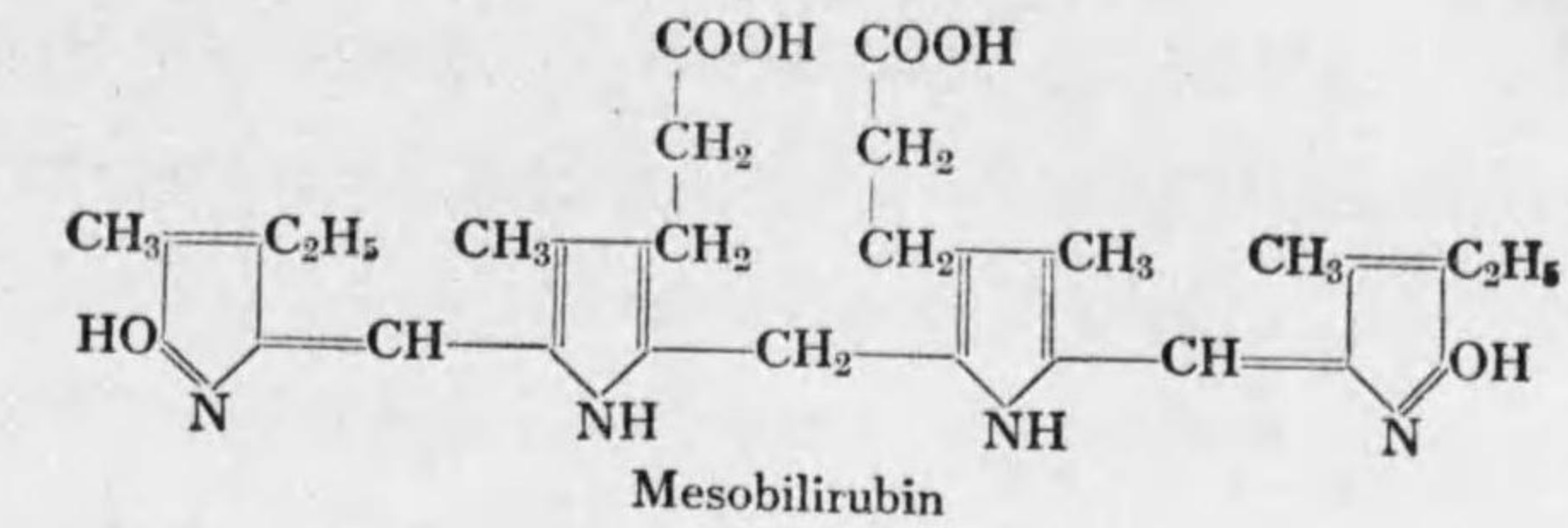
Biliverdin は Bilirubin の酸化物にして食草動物の胆汁中に多量に存在す、Alcohol、水醋酸には溶解するも水、Chloroform、Ether には溶解せざる非晶性粉末にして未だ結晶として得るこゝ能はず。滴には溶解しその滴鹽溶液より Bilirubin と同じく石灰鹽、Barium-鹽及び鉛鹽等種々の不溶解性の化合物として沈澱せしむるこゝを得。發生機の水素を用ゐてこれを還元すれば Bilirubin と同じく Hydrobilirubin に變ず。

Gmelin の胆汁色素反應

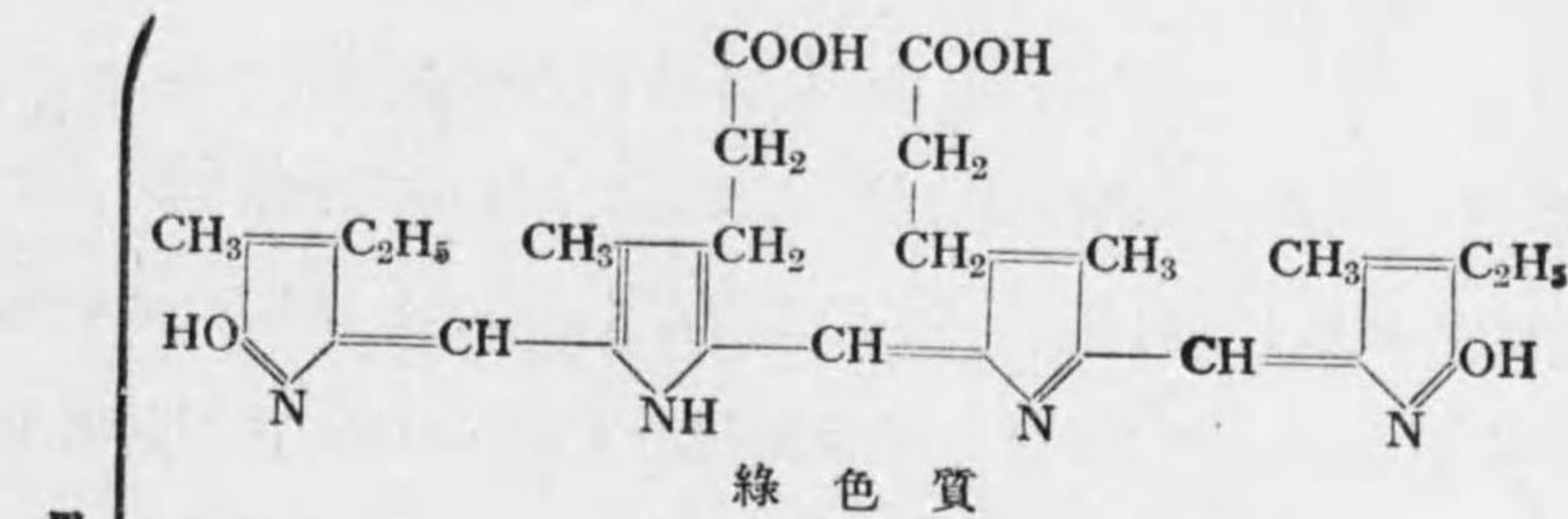
試験管内に於て少しく亞硝酸を含有する 25% 硝酸に Bilirubin 滴鹽の水溶液を注意して重疊せしむる時は兩液の接觸層に上より下に綠、青、紫、赤、赤黃の順序に色彩環を發生す。此 Gmelin の反應は 1:80000 の濃度に於てもよく出現す。色彩中綠と赤紫色とは缺くべからざるものに屬す。Lutein は青若くは綠色の環を生ずるこゝあるを注意すべし。硝酸は餘り亞硝酸を含むべからず多きに失すれば反應忽ち經過して明瞭を缺くべし。溶液中に Alcohol 存すれば綠又は青色發生するにより誤を來し易し。

Gmelin 試験に特殊なる色彩は一般に認めらるる處によれば酸化によりて發起せらるるものなり。Fischer 及 Adler (Z. f. physiol. Chem. 206, 186, 1932) が Mesobilirubin に Gmelin の反應を行ひ研究したる處によれば Mesobilirubin より脱水素化により綠色質生じ、又其異性體として青色質發生し、是等より更に脱水素行はるる時は赤色質に變ず、其時の變化は概ね

次の加くなるべしといふ。



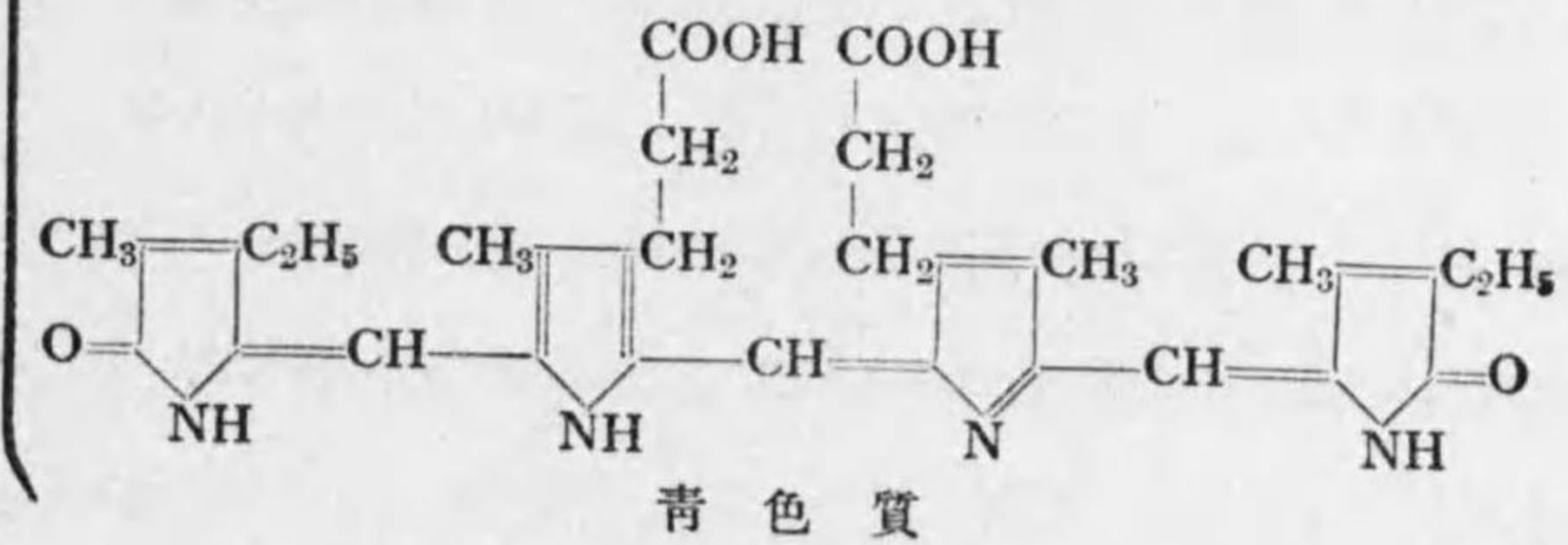
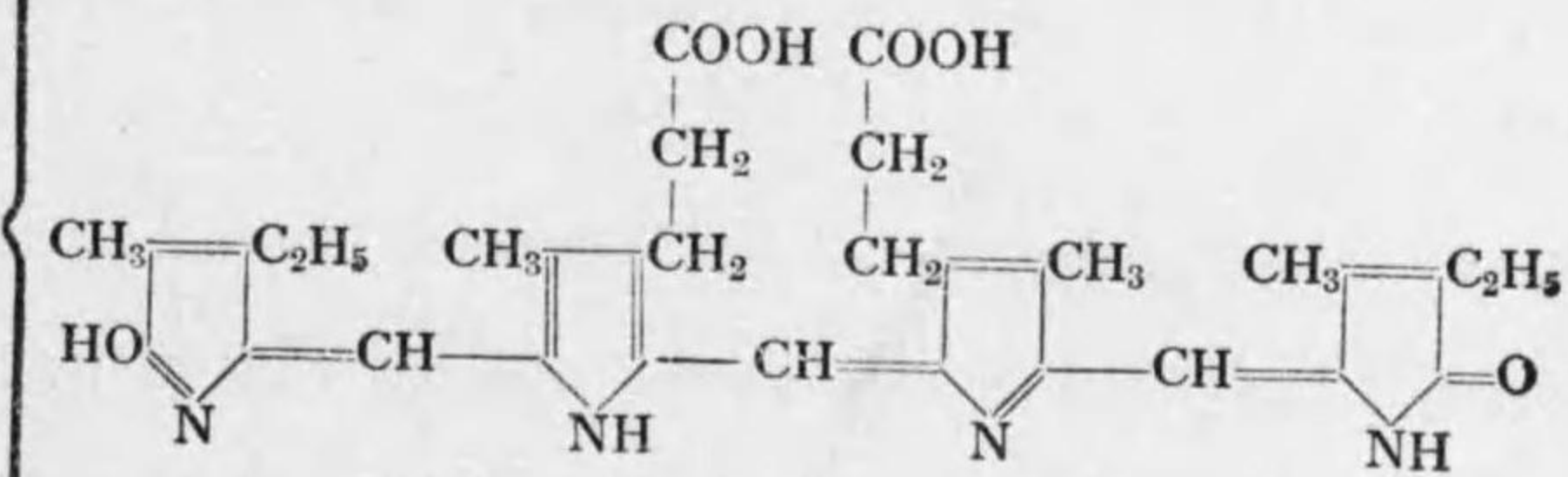
↓ -H<sub>2</sub>



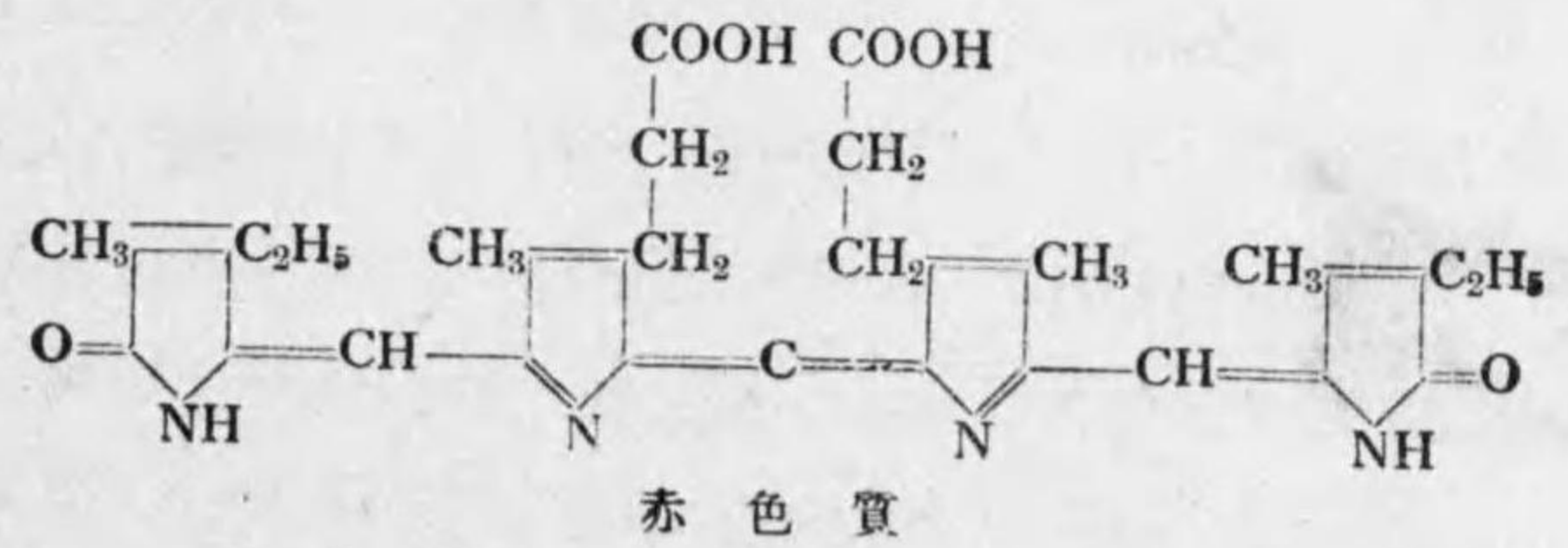
異

性

體



↓ -H<sub>2</sub>





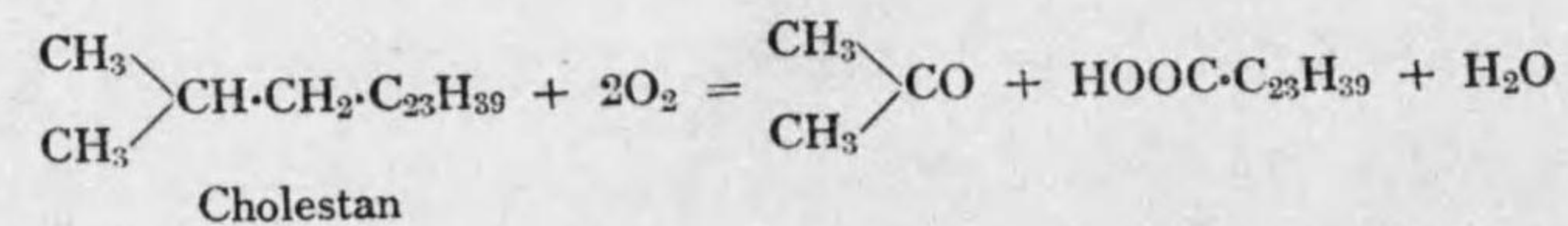
Gmelin の反應の各相は Hammarsten の試薬の添加量の差異により發現せしむるこゝを得べし。Hammarsten の試薬は 25% の鹽酸に 5% の割に 25% 硝酸を混合し溶液が黄變するまで放置したるものを用に臨みて 4 倍の Alcohol を以て稀釋したるものなり。

Bilirubin 含有液に少量の Jod 液を加へたる後過剰の Jod を Ether 又は Chloroform にて除去する時は水溶液は綠色に變ず、其中には Biliverdin の外に尙胆汁色素の沃度化合物も亦含有せらるべし。

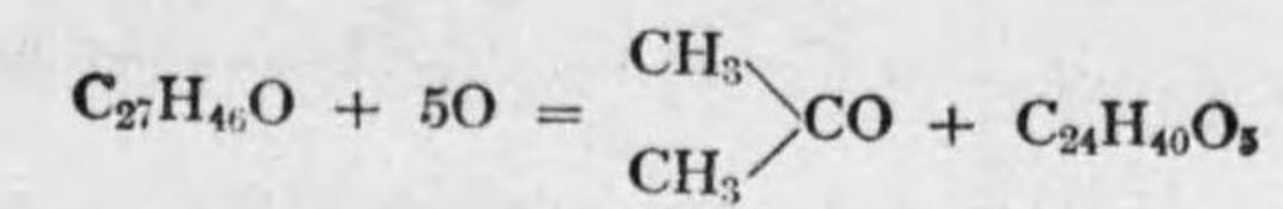
#### 第五項 胆汁特殊成分の生成

**胆汁酸の生成** 胆汁酸は肝臓の特殊産物にして肝臓を除去すれば血液及び組織中に胆汁酸の滯積を見るこゝなく、これに反し胆汁管を結紮して胆汁の排泄を遏止すれば胆汁酸は淋巴徑を経て血液中に進入し、ここに始てその存在を認むるに至る、故に胆汁酸は肝臓に於てのみ生成せらるるこゝを知るべし。

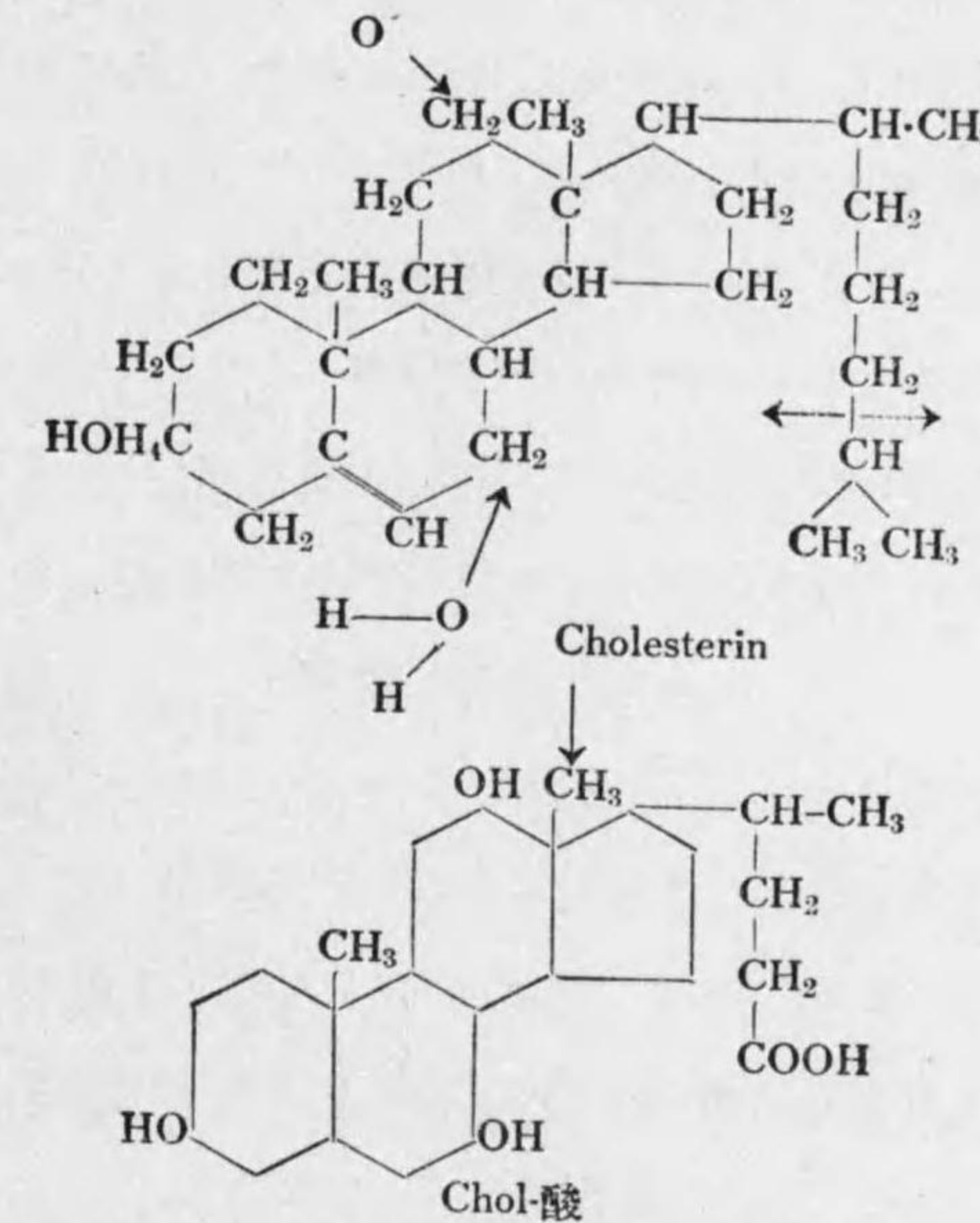
胆汁酸は上述せるが如く Chol-酸を Glycocol 若くは Taurin の化合物なり。而してこれら構成分中 Glycocol は多くの蛋白質中に含有せられ、Taurin は蛋白質分解物なる Cystin より誘導せらるるものなるを以て何れも蛋白質分解によりて發生するものこゝ考ふるこゝを得べく、又 Chol-酸は Windaus<sup>1</sup> によれば Cholesterin より發生するもの如く Cholestan を Chrom-酸失水物を以て強く酸化する時は Aceton を分離して Cholan-酸を發生するを認む。



之は Wieland 及 Weil が Chol-酸より得たる Cholan-酸と同一ならざるも、若し Cholestan の代りに Pseudocholestan を用ひて同様の處理を施す時は Wieland 及 Weil の得たる Cholan-酸と全く同一のものを發生す。故に Cholesterin が變化により



Chol-酸に移行するこゝは事實を考ふるを得べく此際側鎖にては Aceton 分離し、之と同時に核内にては下の如く酸化、水添加作用、OH-基の轉位、等行はるを看做すこゝを得む。



**胆汁色素の生成** 胆汁色素は必しも肝臓の特種生成物と云ふべからず、肝臓除去獸に於ても脾臓及骨髓に於て生成せらるべく (Mann 等<sup>1</sup>) 肝臓以外に於ても亦その發生を見るこゝあるは事實にして、古き出血竈にある Hematoidin は Bilirubin と同一物質たるべく又病的に馬の組織内に於て血液より胆汁色素の發生するこゝあり。

然れども正常的状態に於て胆汁色素の生成せらるる場處は肝臓なり、故に鳩の輸膽管を單に結紮したる時は胆汁色素は排泄口を失ふ爲め血液中に吸収せられ五時間を出ずして色素が明かに血液に現はるこゝ雖も、若し

1. Mann 等 : Amer. J. of Physiol. 74, 497, Erg. d. Physiol. 24, 379 [1925]



これと同時に肝に出入する血管を結紮し置く時は24時間を経るも血液中に胆汁色素を見ることなし。胆汁色素の母體は血色素なりを考ふるを得べし、Hematin 並びに Bilirubin を還元するときは共に同一なる Hydrobilirubin を得るを以て兩者の間に密接の關係あることを推知せらるるのみならず、體内に於て赤血球の崩壊盛なる時(砒化水素、磷化水素、Toluyldiamin, Anilin 等を血管内に入れたる時)又は Hemoglobin を血管内に注射する時は胆汁色素の生成増大することも全く血色素より胆汁色素の發生を證明するものなり。恐らく血色素の分解が體内に於て酸素の存在に於て行はるれば鐵を多量に含蓄する Hemosiderin に變ずべく又これに反し分解が酸素の供給なき處に於て行はるる時は Bilirubin に變化するものなるべし。

Bilirubin 及び胆汁酸の生成は必しも平行するものにあらず。

#### 第六項 胆汁の作用

胆汁は酵素を含有することなし。雖も腸内消化に對し重要な意義を有す。ここに脂肪が唾液により分解せらるる作用は胆汁の存在により促進せらるること約數倍に達す、これ胆汁に含有せらるる胆汁酸鹽が蛋白質と共に脂肪及脂肪酵素を複吸着體に導き、又脂酸を溶解せしめて脂肪の分解並びに吸収を容易ならしむるに基因するものなりとす。

胆汁は又腸内腐敗を防止する的作用を有す、これ殺菌的性狀を有するにあらずるも消化を促進し又腸管の筋肉運動を鼓舞して食物の該部通過を迅速ならしむる爲ならむ。胆汁の乳化物若くは0.2—0.3gのChol-酸を直腸内に送入する時は5—10分にして便通を催し、頑固なる便秘、麻痺性 Ileus, 手術後腸弛緩等に效あり。然れども經口的に胆汁酸を與ふる時は小腸にて大部吸収せられ大腸に達せざるにより其效小なり。(Glässner 及 Singer<sup>1)</sup>)

胆汁は又肝臓にて發生したる不用の產物及び有害物質の排泄媒にして

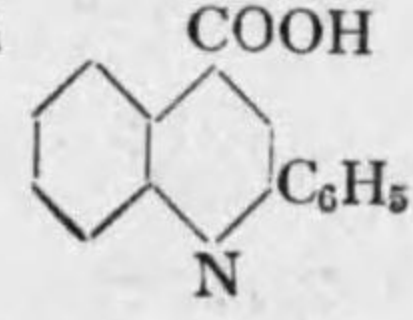
1. Glässner 及 Singer: Wiener Klin. Wochensh. 23, 1 [1910]

これらの物質は糞と共に排除せらる。即肝臓内にて多數崩壊せらるる血球より遊離する血色素は胆汁色素に變じ、血球の礎質より分離したる Cholesterolin と共に胆汁内に排泄せらる。

#### 第七項 胆汁の量及びその分泌

胆汁は他の分泌液と異なり絶えず肝臓より分泌せられ、而して消化時に於ては直ちに腸管内に送らるるも空腹時に於ては膽囊中に集收せらる。然れども空腹時に於ても約2時間毎に10—20分に涉り腸内に排泄せらる。犬に於ては胆汁の分泌は食後3—5時間及び13—15時間の2回に高まることいふ。人の胆汁は日々約500cc分泌せらる。饑餓により減少す。

膽囊より腸管内に胆汁の分泌せらるる壓は僅かに20cmの水壓に過ぎず (Robitschek 及 Turolt<sup>1)</sup>) かく分泌壓小なる爲め些細の障礙により其分泌阻止せられて淋巴徑によりて吸収せらるることあり。

胆汁分泌促進劑として力大なるものは胆汁酸なり Chol-酸鹽にも亦其作用あり。Desoxychol-酸は其作用最も大なるも、Chol-酸の酸化物(Bilian-酸, Cilian-酸等)には其作用なし。膽石症の際胆汁の分泌を盛にするに效あり。常態にて十二指腸に胆汁と共に分泌せられたる胆汁酸は腸の下部に於て再び吸収せられ肝臓に復歸す(肝腸輪廻) 鹽酸も胆汁分泌を促がす作用を有す恐らく分泌素を出動せしめ唾液の分泌を高めて間接に作用するものならむ (Mellanby<sup>2)</sup>). 尙 Atophan  は胆汁生成を著しく増進す。

### 第五節 腸粘膜腺及び腸液

#### 第一項 腸粘膜腺

1 Robitschek 及 Turolt: Wien. Klin. Woch. 34, 263 [1921]  
2 Mellanby: J. of Physiol. 64, 321 [1923]



腸粘膜には Brunner の腺及び Lieberkühn の腺あり。Brunner の腺は十二指腸壁に位し圓柱狀の腺細胞にて蔽はるる單腺にして胃の幽門腺と甚だ相似たり。その分泌液は鹼性に於ては蛋白質を分解することなく鹽酸によりて賦活せられて初めて蛋白質に作用す、又凝乳作用を營む等全く Pepsin と均しき酵素を含む、且つここには Erepsin を缺く。Lieberkühn の腺は小腸全長に互りて存在し他の小腸粘膜と共に普通腸液の分泌を司どる。

### 第二項 腸液

腸液は腸壁に汎在する腺及び小腸の上皮細胞より生ずる分泌汁なり。腸液は濁濁せる液體にして廻轉沈澱器にて沈渣より分つ時は透明黄色の液を得これは Lackmus に對し強鹼性反應を呈し  $[H^+] = 2 \times 10^{-8}$  なりその比重約 1.007 ならず、沈渣には種々の上皮細胞、白血球、細菌及び殘敗物を含む。

腸液の組成は Hamburger 及び Hekma<sup>2</sup> によれば

有形素	1.07%
食鹽	0.58—0.67%
炭酸曹達	0.22%

にしてその結氷點降下は 0.62° なり、腸液中には粘素を含むことなく、醋酸により沈澱する蛋白質は粘素にあらずして一種の燐蛋白體なり、このものは腸壁を粘滑ならしめ腸内容物の運動及び腸粘膜の保護に重要な作用を有す。

腸液中に存在する固有なる成分は Erepsin、蔗糖酵素及び腸活素なり、その他多量の麥芽糖酵素を含有し、尙乳糖酵素、澱粉酵素、核酸酵素等あり。Nucleosid-酵素は腸液中には存在せず腸粘膜中に含有せらる。

#### 小腸液の分泌

純粹なる腸液を得んと欲せば腸の一部を切除して一索<sup>3</sup>を作り、その一端を縫合

1 Detritus 2 Hamburger 及 Hekma: Jl. de physiol. et d. pathol. 1902 & 1904 3 Schlinge

し他端を腹壁に縫ひて瘻管となすか(Thiry の法)又は該腸索の兩端を各別に腹壁に縫付けて互に交通する二瘻管を作り(Vella の法)この管より出づる腸液を集むるを要す。

腸液の分泌は胃腸の全く空虚なる際に於ても規律正しく行はれ約 2 時間毎に凡そ 15 分間持續す、然れどもこの時に分泌せらるる分量は 1—1.5 cc にすぎず、その一半は粘液他の一半は腸液よりなる、胃消化に際しては腸液分泌の時期遠長且つ不正となり約 3—5 時間の間歇あり、時を以ては毫も腸液の分泌を見ざるこゝあり。これに反し腸消化の時期に於ては腸液の分泌量著しく増加し數百 cc に上る、この際小腸の上部に於ては下部に於けるよりもその分泌遙かに旺盛なり。腸粘膜は直接器械的の刺戟により又は酸、石鹼、Chloral, Ether 等の化學的刺戟によりて分泌せらる。然れども器械的刺戟の際分泌せらるる腸液は酵素を含有すること少なり云ふ。24 時間内に分泌せらるる腸液の量は確定する事難し、これ一方には腸液が再び吸収せらるるを、他方には遠隔せる腸管の一部に於て分泌せられたる液量より全腸に於ける者を推算する事は正鵠を得ざればなり。

### 第三項 大腸分泌液

無臭、粘稠、中性の液にして Erepsin 以外の酵素を見ず、主として粘液の分泌及び鑛質の排泄を司るものの如し。

## 第八章 覺醒素腺及び覺醒素<sup>1</sup>

體內諸處に於て消化腺の如く輸液管を有することなく、而かも之を除去する時は生體に特殊の異常を招致する腺器あり。血管に富むを以て古來血液腺と呼ばれたるものにして甲狀腺、上皮小體(准甲狀腺)、胸腺、副腎、腦下體、腦上體等其主なるものなり。此等腺細胞より生成せらるる主要成分は血管内に吸収せられ血行によりて體の他の組織に運ばれ適宜の生機

1 Hormon



的作用を営み生体内に行はるる各反應を巧みに調節す。此の如き物質を覚醒素といふ。

覚醒素を生成する細胞は時として獨立したる臓器を形成せることなく他の臓器内に潜在することあり。脾臓内に存在する Langerhans の島嶼、卵巣内にある中間腺及び黄体、睾丸内 Leydig の細胞等の如き之なり。尙一定の組織若くは体内各組織に汎く散在するものも亦存す。

覚醒素は其構造既知のものより察すれば一般に比較的簡單なる構造を有する化合物にして抗元としては作用せず。其生機的作用は潜伏期なくして現はれ、量過ぐる時は極めて有毒なり。従つて血液中には化學的に證明し得る程度に存在すること稀なり。

覚醒素腺の生機的意義は初め異常學的知見により注意を喚起せられ (Addison の病症に副腎退化現象を伴ふが如し)、實驗的に覚醒素腺の切除、移植及其浸出物の經口的及び避腸的附與によりて確められ、又一覚醒素の脱落が他の覚醒素腺の肥大を伴ふことによりて相互の關係を窺知することを得たり。

## 第一節 甲狀腺及び Thyroxin

### 第一項 甲狀腺

甲狀腺は氣管の兩側、喉頭の直下に位する約 20—25 g の腺にして主に球狀若くは卵狀の臙胞を形成する上皮細胞よりなり充分なる血管の分布を受く。無機性の沃度を有機性の沃度に變じて之を血液に與へ代謝及び發育に重要な作用を營む腺器にして極めて迅速に増殖若くは萎縮に陥り易き組織なり。

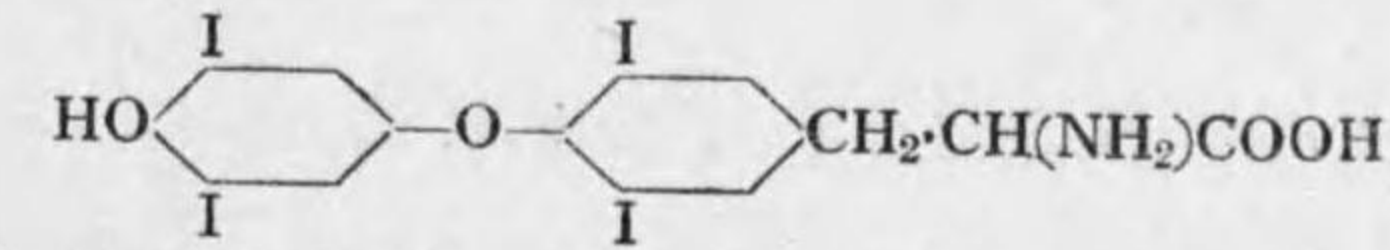
人の甲狀腺は 75.7% の水、24.3% の固形分、4.4% の脂肪、2.7% の窒素 0.006% の鐵を含む。他の組織を異なり沃度を含有すること大なるを以て特異す尤も其沃度量は土地、個人、食物により大差あり、小兒にては極

めて少なく年齢と共に増量す、0.02—0.2% の間にあり、沃度劑攝取人士にては之よりも増量す。

### 第二項 Jodthyreoglobulin

甲狀腺水浸液(ここに 1% 食鹽水にてよく浸出せらる)を硫酸安門にて半飽和せしめたる時得らるる一種の Globulin にして Jod の含量は約 0.3—0.6% なりといふ(豚にては 0.46%, 牛にては 0.86%)。尤も幼年者にては殆んど全く Jod を缺き Thyreoglobulin として存在す。通常 Jodthyreoglobulin は乾燥甲狀腺組織の約 10—50% を占む。

### 第三項 l-Thyroxin



β-[3:5-Dijodo-4-(3':5'-dijodo-4'-oxyphenoxy)-phenyl]-α-Aminopropion-酸

甲狀腺より分泌せられ生体内酸化を促進する覚醒素にして 65.3% の沃度を含有し無味無匂の結晶を形成す、231—233° にて溶解し水及び普通有機溶媒に溶解せざるも無機酸若くは鹼を有する Alcohol に溶解す。酸の水溶液に溶けず、之に反し鹼及び安門に溶解す。

乾燥甲狀腺を 10% の Baryt 水と共に水浴上に加熱して水解し、之に鹽酸を加ふる時は Thyroxin を沈澱す、之に附着する不純物を除去するには更に濃厚 Baryt 水と共に水浴上に加熱するを要す。Thyroxin 沈澱を去りたる酸性濾液中に dl-3,5-Dijodthyrosin あり之を醋酸鉛にて沈澱分離することを得。●

Thyroxin に特異なる色彩反應あり即ち之を水に浮遊せしめ又は稀鹼に溶解したる後之に亞硝酸を添加する時は溶液黄變し、之に安門又は苛性曹達を加ふる時は薔薇色に變ず。

Thyroxin は之を内服せしめ、又は注射する時甲狀腺乾燥劑飼養を酷似したる作用を呈するも其度稍弱はし之れ恐らく精製操作により Racemi-化



を受け其生機的作用減少するものの如く l-Thyroxin は d-Thyroxin よりも其作用約3倍大なり。

人體は1日に平均0.2—0.4 mg の Thyroxin を分解す。

#### 第四項 dl-3,5-Dijodthyrosin

甲狀腺内 Jod の約83%を占む、其作用は Thyroxin と同様にして之よりも弱し。

### 第二節 上皮小體(准甲狀腺)

甲狀腺の附近に存在する二對の小腺にして陸棲動物に限り存在す。人にありてはその長徑僅かに數 mm, 其重量0.1—0.15 g に過ぎず。その部位に従ひこれを上後准甲狀腺及び下前准甲狀腺と稱す。肉食動物に於ては甲狀腺と密接して存在し、草食動物に於ては之より隔離して存在するを常とす。其内に石灰代謝を調節し、血漿内 Calcium 濃度を維持する覚醒素を分泌す。

上皮小體覚醒素は上皮小體を5% HCl にて加熱して浸出し、浸出液の酸性度を pH 5.5 まで低下せしむる時析出する蛋白質を除き、濾液より覚醒素を鹽析せしむることにより得らる。覚醒素は Insulin に似て蛋白質様の性状を有し15.5%の窒素、少量の硫黄及鐵を含有す、Parathormon, Paratotal, Paraglandol 等の名の下に販賣せらる。上皮小體を除去し血清内 Ca 減量したる動物に之を注射すれば Ca 量を復歸し、痙攣を抑止する作用あり、正常獸に之を注射すれば血液 Ca を 15 mg % 又は其以上に上昇せしむ。過剰投與の際には食思不振、嘔吐、Koma 等の症候起り、血液 Ca 増大し、Ca は尿に多く排泄せられ又組織(腎、肝、肺、心臟)に沈着す。覚醒素は Trypsin に遇へば其作用を失ふが故に内服は其效なし。

上皮小體覚醒素は Formaldehyd, 酸性 Methylalcohol にて可逆的に奪活せられ、失水醋酸又は亞硝酸にて不可逆的に奪活せらる (Tweedy 及

Torigoe: J. Biol. Chem. 99, 155, 1932—33), 故に該覚醒素の生機的作用の存する有效簇は Amino-又は Imino-簇なるべしと考へらる。

### 第三節 胸腺

胸腺の酸性液浸出物は水に溶け脂肪溶媒に溶解せず、透滲せず、100° に加熱するも分解せず。このものは上皮小體覚醒素と對鬪性的作用を示し之を動物に注射すれば血液-Calcium 量を減じ、骨-Calcium 量を増す。脾臓及淋巴腺の浸出物も亦胸腺と同様なる血-Calcium 降下性を示す。

### 第四節 副腎及び Adrenalin

#### 第一項 副腎

副腎は腎臓の上極に存在し血管に富む小腺器にして其重量約6—7g に過ぎず。新鮮なる状態に於て觀察する時は外部の白黄色の皮層と内部の灰赤色の髓層との二部を認むべし、皮層は又三層よりなりその中層には類脂體を含み内層には油に遇ひて直ちに褪色する黄褐色の色素を有す。髓層の細胞内には鹽化鐵に遇ひて綠變し、Chrom-酸鹽に遇ひて暫時にして褐色に染まる顆粒を有す、時として顆粒間の細胞の細胞原形質も亦 Chrom-反應及び鹽化鐵反應を與ふるのみならず、髓質中の毛細管中にも Chrom-反應を呈する一様の分泌物あるを認む。

皮層と髓質とは全く關係異なる二個の臓器なるものの如く下等動物にありては兩者全く分離して存在す。軟骨魚類にありては一は腎間體と稱し副腎皮質に相當するものにして兩側の腎臓の間に位す、他は腎上體と稱し副腎髓層と同質にして大動脈に沿ふて處々に散在す、前者は中胚層より發生し、後者は外胚層より發生す。

腎間體若くは副腎皮質は須要の臓器にして腎間體を除去せられたる動



物は元氣全く銷沈し數日乃至3週を出でずして斃るべく、哺乳動物の副腎皮質を完全に除去せられたるものも必ず死を免るるこゝ能はず、然るに皮質の $\frac{1}{8}$ を残留せしむる時は髓質を全く除去するも死するこゝなし云ふ(Biedl)。而して皮質は組織學上一種の腺を認むべきものにして脂肪溶材可溶性の覚醒素(Cortin)を分泌し尙其内に絶大なる還元作用を呈する Ascorbin-酸を蓄積す。副腎皮質除去狀は代謝半減し水分及鹽類の保持困難となり、水分の排泄高まる。

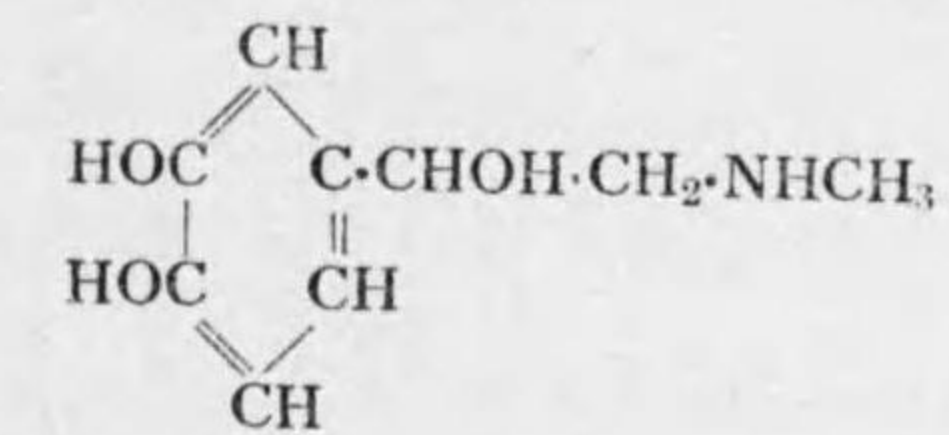
腎上體若くは副腎の髓層は特別の生機作用を營む Adrenalin を分泌す。哺乳類髓層中に於ける Adrenalin の含量は約0.1—0.3%なり。重-Chrom-酸加里の溶液に遇ひて褐染する Chrom-染性組織は副腎髓質及び腎上體にのみ限れるにあらず下等の動物及び幼年の時期には腸腔の腹膜裏中處々に散在す、即腹大動脈の前方に大動脈准神経節あり、下部腸間膜動脈の基部に Zuckerkandl の器あり(これは年齢と共に早晚萎縮す)。是等は皆 Chrom-染性組織よりなる、その他心臓の左側冠狀動脈の近傍にも多量の Chrom-染性細胞を認む。頸動脈腺も亦神経纖維より貫錯せられたる Chrom-染性細胞の叢塊に外ならず、これらの准神経節は副腎剔出後動物が尙生存せる時には代償的に著しく増大す、又准神経節の浸出液は副腎髓質の浸出液と同一の生機的作用を呈し互に類似の點あるのみならず、發育史上より見るも副腎髓質の交感神経系より由來するは毫も疑ふべき處なし。腹足類、蛭類(蛭類の腹側交感節中にあり)にも Adrenalin に類似の作用を呈する浸出液を生ずる Chrom 染性組織あり。

副腎は他の臓器の如く種々の蛋白質を含み其内に睥臓に於けると同様の核蛋白質を存す、脂質の髓質に多く存するは Kephalin 及び Lecithin なり。皮質には Phospholipin 以外に多量の Cholesterinester を含有す之はこゝに妊娠時に著しく増大す、皮質は其外 Cholin, Neurin, 其他性質不明の鹽基, Inosit, Glycerin-磷酸等を含有す。

## 第二項 Cortin

全副腎の Alcohol 浸出物より Aceton 可溶性, Benzol 可溶性劃分を作り之を Alcohol 及石油-Ether 間に分配し其 Alcohol に溶解したるものより Permutit 濾過若くは弱鹼性反應 Ether 浸出法により痕跡の Adrenalin を除去したるものなり、(此ものは四百萬分の一の Adrenalin を含有するに過ぎず)。Kendall (J. Biol. Chem. 105, XLV, 1934) は  $C_{20}H_{30}O_5$  なる分子式を有する結晶を分離したり、熱に對する抵抗弱く、強鹼及強酸によりても亦破壊せらる。副腎皮質を除去せられて筋力減退し、體溫降下し、細菌に對する抵抗力減弱したる動物に之を注射する時は其症狀を復舊す。經口的には腹腔内注射量の約5倍量を附與するを要す。

## 第三項 Adrenalin (Methylaminoethanolpyrokatechin)



Adrenalin は約  $218^\circ$  にて分解する針晶若くは板晶にして、冷水には溶解するこゝ少し ( $20^\circ\text{C}$  にて 0.0268%)。其鹽酸性溶液は  $[\alpha]_D^{25} = -50.72$  の比旋を有す Alcohol に溶解し難く、Ether, Chloroform, 石油-Ether, Benzol 等には全く溶けず、之に反し鹽酸、氷醋酸、溫蓆酸-Ethyl, Benzaldehyd 等に容易く溶解す。苛性加里溶液にも亦溶解すれども安門及炭酸曹達溶液には溶けず。其内に存する二個の隣接する水酸基は Adrenalin に極めて酸化せられ易き性を賦與しこゝに微量の鐵鹽の存在に於て Adrenalin は容易に酸化せらる即其酸性溶液に鹽化鐵を加ふる時は綠色を生じ次で紫色に變すべく又之に炭酸曹達を加へ鹼性を示す時は赤色の化合物に酸化せらる。(この反應は甚だ焦性-Katechin に類似すこゝも Adrenalin の場合には更に醋酸を加へて酸性をなすときは再び綠色に變するを以て區別し得べし)。磷-Wolfram-酸を加ふる時は著しき稀釋度に於ても尙よく青色を呈す。Fehl-

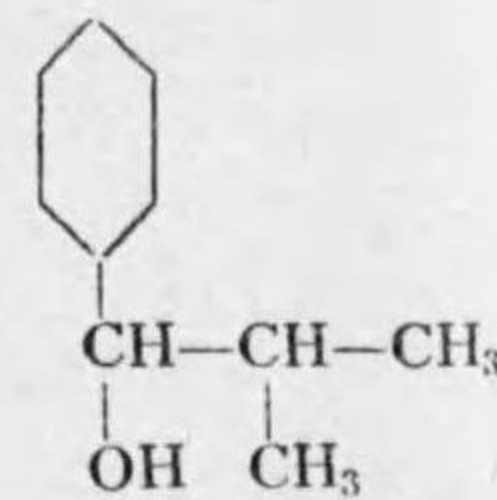


ing の液及安門性銀液並びに鹽化物を還元す。

Adrenalin は其少量を靜脈内に注射するも數秒にして既に血壓を上昇せしむ之れ肺、腦、心臟冠狀血管以外の小なる血管を收縮するも、心臟の機能を強からしむるが爲めなり。代謝上より見れば Adrenalin は糖原を分解し過血糖症を起さしむ之と同時に代謝増進し呼吸比増大す之れ糖質の利用増加するが爲なり。是等の變化に伴ひて筋肉の勢力増加し疲勞に對し抵抗を示す。尙瞳孔散大の作用、家兎子宮に對する收縮作用、切除腸材に對する抑止作用等あり。是等は Adrenalin の檢出に用ひらるる諸性狀なり。

l-型の Adrenalin は d-型のものより效力約 15 倍大なり。

Adrenalin に化學上及び作用上より類似せる物質植物界より分離せられたり、即ち麻黃 (*Ephedra vulgaris*) より得られたる Ephedrin にして此ものは 1-Phenyl-1-Oxy-2-Methylaminopropan なる構造を有す。



### 第五節 腦下體

視神經交叉の下、腦下體窩中に存在する菜豆大、灰赤色の物體(重量約 0.6 g)にして前後兩葉よりなり其間に中間部あり、各部は全く異なる組織學的構造を有す、即ち前葉は腺性組織をなしその内に三種の細胞を包有す(染色され難く、妊娠時に當りて増殖する主細胞、生殖腺除去時に増大する酸性色素性細胞、及び鹽基性色素性細胞之なり)。後葉は主として被膜細胞及び神經膠質細胞よりなり、その外、性質不明の細胞を含む。故に後葉を神經部と稱す。前後兩葉の間に數層の腺性細胞より構成せらるる部あり、これを中間部と稱す、この部は甲狀腺除去時に際し増大す(鳥

#### 1 Hypophysis

類は此部を缺如するものの如し)。尙最近管狀部と稱せらるる第三腺狀組織の存在確認せられたり。

化學的研究は未だ充分ならず前葉は水分 77.6%、脂質類 1.3%、爾他の固形分 21.1% にして後葉は水分 77.8%、脂質類 2.6%、爾他の固形分 19.6% を含む。

**腦下體除去** 腦下體を完全に除去せられたる動物もよく其生命を維持す。然れども幼獸に之を除去すれば身體の生長停止し、齒牙の發育も止まる。尙腦下體除去獸は生殖腺の發育阻害せらるるか、又は退變を來たし、妊娠も障礙を受け、甲狀腺、副腎皮質、上皮小體等に退變を見、胸腺には反つて肥大を起す。

**腦下體前葉**は生長覺醒素、生殖腺支援覺醒素、甲狀腺支援覺醒素、副腎皮質支援覺醒素、上皮小體支援覺醒素、糖質代謝覺醒素、乳腺促進覺醒素等を含む。即ち腦下體前葉の Pyridin 浸出液より水に溶解性の濾胞發育覺醒素、水に不溶解性の黃體發生促進覺醒素を得べく、1% 苛性曹達浸出液の pH 値を補整し硫酸曹達にて分割して生長覺醒素を得べく、酸性液浸出液より甲狀腺支援覺醒素を得べく、其他の各覺醒素も夫々分割せられたり。

**後葉**の浸出液(之は主として後葉に附着する中間部の分泌液を含む)は Pituitrin, Pituglandol 等の名に於て販賣せらるるものにして其中に Histamin を含有するも之は主成分に非ず、調劑の 99% 硝酸溶液に 2.5 倍の Ether を加ふる時有效分の沈澱を得べく、其濾液に石油を加ふる時は他の有效分の沈澱を得べし。是等二種の有效成分は其作用を異にし其 Ether に沈澱するものは血壓を高め、腎臓の水利作用を阻止し尿固形分の増加を齎らす。之を  $\beta$ -Hypophamin 又は Vasopressin といふ。之に反し Ether に溶解するものは平滑筋殊に子宮筋の收縮を起し又 Insulin に對鬪的に作用す。之を  $\alpha$ -Hypophamin 又は Oxytocin と稱す。



異常時に於て前葉の退變は幼者にては矮人症を起し、前葉の機能亢進(腺腫等に犯さるる時)が Epiphyse の癒合前に起れば(即幼者に起れば)長骨が非常に延び巨人症に陥る。Circus の巨人は皆此種の病人なり。普通 6.5—8 呎あり。中には 9.2 呎に及ぶ人あり。疾病が Epiphyse 癒合後に起れば對稱的の生長不可能となり骨格の或部のみ生長す。即顎は大きくなりて突出し、手及顔は容積大なる。結締織も亦増殖する爲め鼻は廣がり、唇、舌、頭皮及皮膚は肥厚し Gorilla 型となる。之れ Akromegalie の症候にして 20 歳又は其以後にて過腦下體症重く起れば典型的の Akromegalie となる。青年初期にて起れば Akromegalie 型が巨人型によりて蔽はる。

巨人症及 Akromegalie の時は初め性機能盛なるも、過腦下體症は間もなく腦下體不及症に變ずる爲め性機能も亦減少す。之に反し骨格の變化は固定し恢復せず。

巨人症及 Akromegalie の時内臓の容積も亦増大し Splanchnomegalie を起す。

## 第九章 生殖腺及び乳汁

高等の動物は一般に男性並びに女性の生殖腺より生成せらるる生殖細胞の融合により新生したる細胞の分裂岐化によりて自己と同等なる生體を作る機能を有す、哺乳動物にありては兩性生殖細胞の融合によりて新生したる細胞は母體內に於て一定期間培養を受けたる後母體外に娩出せられ、夫より母體乳腺の分泌物によりて營養せらる。

男性生殖腺は即睾丸にして之より分泌せらるる精液は攝護腺分泌液と混じたる後射出せらる。女性の生殖細胞を生成する處は即卵巢にして卵は母體內にて受精せられたる後子宮壁に固着し此處に發生したる胎盤に對し養分及び排泄分の授受を行ひ一定時期の後母體外に娩出せらる

## 第一節 睾丸及び精液

### 第一項 睾丸

睾丸に就ては未だ充分の化學的研究を缺く、成熟睾丸は其分泌物を含有するに夥しく化學的分析は著しく精液の影響を受く。

### 第二項 精液

射出せられたる精液は白色若くは帶黄色、粘稠の液にして中性若くは弱鹼性を有しその内に無数の精蟲を含有する爲め乳様の觀を呈す。液分の一部は睾丸より、一部は攝護腺より分泌せられ、攝護腺分泌液の爲めに特異の臭氣を有す、比重は大約 1.02—1.04 の間に位す。一回に射出せらるる精液の量は多寡種々なりと雖も平均 5g 内外なるべし。射出後一時寒天様に膠化するも再び液化す。水を加へて稀釋する時は纖維素様の沈澱を析出す。Stowtzaff<sup>1</sup> に従へば平均 96.8% の固形分を含み、その内 9% は無機質に屬し、87.8% は有機分なり。蛋白質は約 22.6% を占め主として核蛋白體及び少量の粘素、蛋白素、Proteose 様物質等よりなる。蛋白質の他 Lecithin, Cholesterin 及有機質の約 3% に當る枸橼酸(Schersten<sup>2</sup>)を含有す。無機分の大部は主として磷酸-Calcium 及び食鹽にして、Calcium は灰分の約 20%、磷酸は約 30% を占む、加里は極めて僅少に過ぎず。

Miescher の研究によれば鮭の精漿(精液より精蟲を除きたる液状部)は有機分 1.3—1.9%、無機分 6.5—7.6% を含有する稀薄なる液體なり。蛋白質は痕跡に過ぎず、無機分は主として食鹽、炭酸曹達よりなりその他少量の鹽化加里及び硫酸加里を含む。

### 第三項 攝護腺分泌液

攝護腺の分泌液は精液に混じてこれに特異の臭を與ふ、弱鹼性反應を呈し、少量の蛋白質、食鹽、精囊内容物を凝固せしむる囊酵素<sup>3</sup>、Leci-

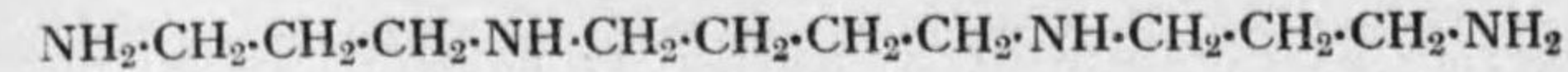
<sup>1</sup> Stowtzaff: Z. f. Physiol. 35    <sup>2</sup> Schersten: Skand. Arch. 58, 90, [1929]

<sup>3</sup> Vesikulase

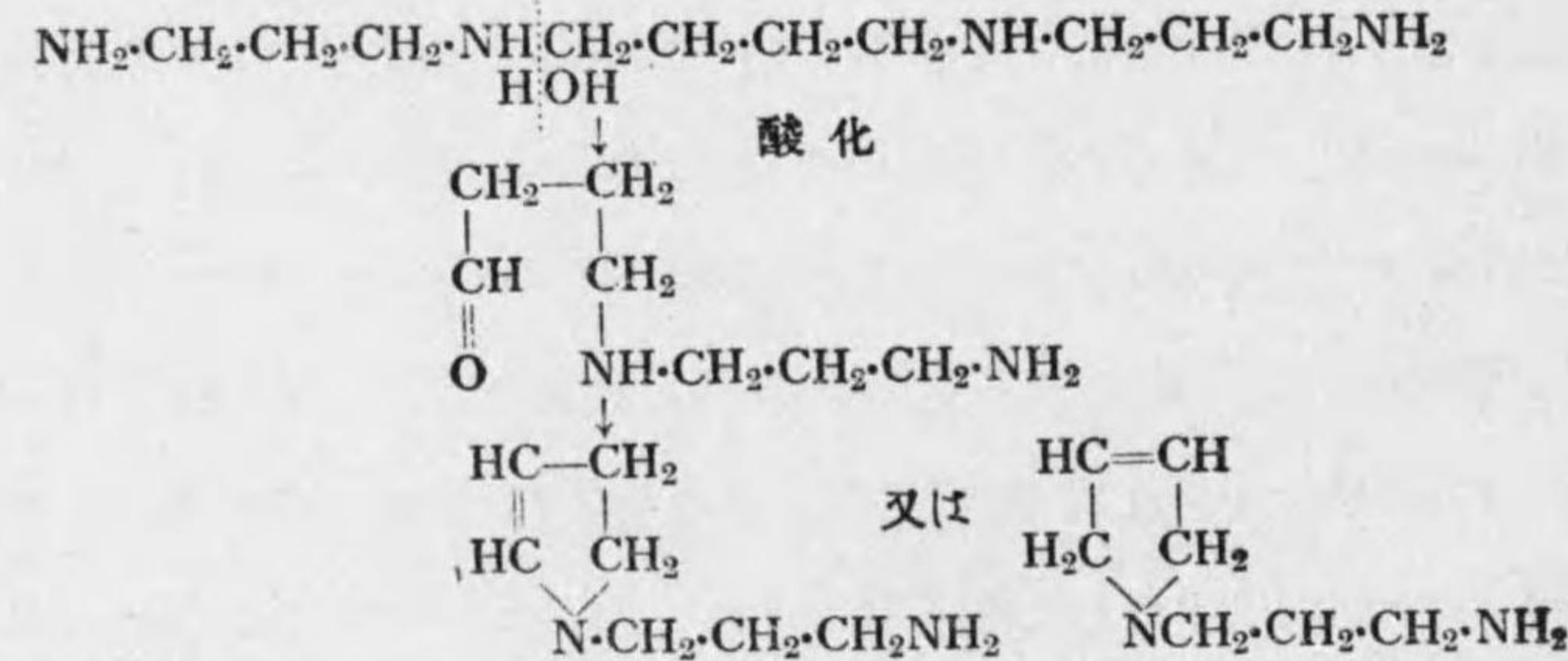


thin, Cholin 等を含むし又 Böttger の精液晶 (Spermin-燐酸鹽) を蔵す。攝護腺分泌液は精蟲の運動を促進する作用を有す。

Spermin ( $\alpha, \delta$ -Bis [ $\gamma'$ -aminopropylamino]-butan)  $C_{10}H_{26}N_4$



Spermin は鞣酸, 鹽化水銀, 鹽化白金, 沃化加里, 蒼鉛, 燐-Wolfram-酸等に沈澱する一種の鹽基にして燐酸と結合し Böttger の精液晶  $C_{10}H_{26}N_4 \cdot 2H_3PO_4 + 6H_2O$  として精液中より析出す。該結晶は Alcohol, Ether, Chloroform に溶解せず, 水に少しく解け, 稀酸, 稀鹼, 炭酸曹達, 安門等に容易く溶解す。Spermin の分解物は精液に特異の匂を起さしむるものなり。此者の鹼性液を銅粉の存在にて空中酸素にて常温下に處理すれば Trimethylendiamin ( $C_3H_{10}H_2$ ) 及  $C_7H_{14}N_2$  の二種の鹽基に分解す。



の如き變化を受くるものならむ (Wrede, Fanselow, Strack<sup>1</sup>)

Spermin は精液以外に尙睪臟(約 0.02%) 睪丸, 釀母其他の組織中に含有せらる, 筋肉内に見出されし Museulamin, 腦の Neuridin, 肝の Gerontin 等は皆 Spermin と同一なるべしといふ。

Spermidin  $NH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot NH \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot NH_2$

$\alpha$  ( $\gamma'$ -Aminopropylamino)- $\delta$ -Aminobutan

組織中に Spermin と共に存在す。Spermin に似, Pyrrol 反應を呈し, Kossel 及 Kutscher の法にて Lysin 劃部に現はれ, 燐-Wolfram-酸鹽は

<sup>1</sup> Wrede, Fanselow, Strack: Z. physiol. Chem. 161, 66 [1926]

Aceton に溶解せず, 其鹽化金鹽溶液に Mg を加ふれば精液様匂を發生す。(Dudley, Rosenheim 及 Starling<sup>1</sup>)

#### 第四項 精蟲

精液一立方 mm 中に其數約 60,000 の精蟲ありて盛に運動す。此運動は睪丸若くは副睪丸に於ては之を認むるこまなく精蟲が攝護腺分泌液に遇ひて初めて現はるるものにして 1 分間に約 3—4 mm の速度を以て前進す。射精後久しく運動を繼續するも酸性反應にては運動忽ち停止す, 但し此際に於ても破壊せらるるに非ず, 之に反し重金属, 硼酸, Alcohol 及 Ether は全く精蟲を破壊す。

精蟲は蠟酸に對し抵抗性大にしてその頭部には多量の核酸あり, このものは魚類精蟲の分析によれば未熟の精蟲にありては Histon, 成熟の精蟲にありては Protamin と結合して存在す。頭部は Lecithin, Cholesterin 及び脂肪等を含まざるか或はこれを有するこま極めて微量に過ぎず, これに反し尾部には蛋白質以外に多量の Lecithin, Cholesterin 及び脂肪を有し, 恰かも神經軸索に彷彿たり。Miescher<sup>2</sup> が鮭の精蟲に就きて研究せる結果によれば脱脂したる頭部は 96% の核酸-Protamin を含みその他の有機分は極めて少なし, 尾部は約 4.19% の蛋白質, 318.3% の Lecithin 262.7% の脂肪及び Cholesterin を含む。精蟲は約 5% の無機鹽類を含有し, その四分の三量は燐酸加里なり。

### 第二節 卵巢, 卵, 及胎盤

#### 第一項 卵巢

卵巢に關する化學的研究は未だ充分ならず。卵巢は其内に多數の卵を含有し是等の卵は漸次卵巢内に於て發育し人類にては 15—50 歳の頃に至る迄

<sup>1</sup> Dudley, Rosenheim 及 Starling: Bioch. J. 21, 97 [1927]

<sup>2</sup> Miescher: Die histochemischen u. physiologischen Arbeiten von Friedrich Miescher. Leipzig. Vogel 1897



の間に其内約400個は成熟の域に達す。卵は初め Graaf の臙胞内に存するも成育せらるるや臙胞の破裂と共に卵巣より遊離せらる。

牛の成熟臙胞の内容物は黄色、粘稠の液體にして1.027の比重(11°度)、0.59—0.63°の結氷點降下度、7.5%の固形分、1.108%の總窒素量を有す。蛋白質は6.65%にして其中2.28%は硫酸安門の半飽和にて沈澱す。脂肪は存在せず、糖は血清と略同一濃度に含有せらる。

破裂したる臙胞内には上皮細胞及び結締組織細胞の増殖により黄體を形成す。黄體は黄色結晶性の色素を含有す。該色素は一種の Carotin  $C_{40}H_{56}$ なるものの如く分光像の青色部に3本の吸収帯を示す卵黄中の黄色色素 Lutein と異なり Alcohol に溶解難く石油-Ether によく溶解す。

### 第二項 卵

人類及び哺乳獸の卵は小にして充分なる研究に適せず、従て從來主として研究せられたるものは鳥の卵なり、故に以下説明する處も亦専らこれに限らんす。

鶏卵は外部に堅固なる殻を蒙り、内部に卵黄及び卵白を藏する大形の卵にして、その重量は大約40—60g、時に70gに達するものあり。その内、殻及び殻皮は5—8g、卵黄は12—18gを算し、卵白は23—34g即ち卵黄の倍量を占む、全卵中に存する鐵量は酸化鐵として2.8—7.5mg 平均4.6mgに上る。

#### 卵黄

粘稠にして鹼性反應を呈し淡黄若くは褐黄色を有する不透明の乳化體なり。固形分50%以上に達し極めて大量の脂質及び蛋白質を含有しその外色素及び痕跡の鹽基、少量の糖及び灰分を含む、その外澱粉酵素、解糖酵素、蛋白酵素、脂肪酵素等を存す。

その組成は大約水分47.2%、固形分52.8、有機物51.8、無機物1.0、

1 Corpora lutea

蛋白質15.6、脂肪23.0、Lecithin 11.0、Cholesterin 1.7より成る。

**Ovovitellin** 卵黄を Ether にて處理して脂質を浸出したる後其殘液に食鹽を加ふる時は15—30%の Lecithin を含有する Vitellin を析出す。之より熱-Alcohol を以て Lecithin を除去して得たる Vitellin は磷蛋白體に屬する蛋白質にして乾酪素と異なり Glycocoll を含有し Tyrosin 量稍々小なり、水解液中に多量の Glucosamin を存す、鐵を含有し胎兒に鐵を供給す。

**Livetin** 偽性球素様蛋白質にして卵黄全蛋白質の約20—25%を占む比較的少量の Tyrosin, Tryptophan, Cystin を含有するにより生機的に意義ある蛋白質なるべし。

**脂肪** Liebermann に従へば、卵黄脂肪は鹼化に際し約40%の Olein-酸、38%の Palmitin-酸、15%の Stearin-酸を發生す。尤もこの組成は食物の種類に従て差異を呈す。

**磷脂質** 卵黄中には約三種の磷脂質あり。その一は最も多量に存する Lecithin にして Alcohol 及び Ether に溶解す。その二は Kephalin に類似する磷脂質、その三は Sphingomyelin に似たる Diamino-磷脂質にして160—170°Cの熔融點を有す、このものは Ether に溶解せず、熱酒精に溶解し冷却するに従ひて針狀結晶として析出す。

**Lutein** 卵黄中に存する黄色の色素にして192—193°にて熔融する褐赤色の結晶をなし其 Alcohol 性溶液は分光像の青色部及藍青色部に2本の吸収帯を示す、黄體の色素と異なり Alcohol に溶解し石油-Ether に溶解難し、植物界に存する色素 Xanthophyll  $C_{40}H_{50}O_2$  の異性體なり。

**無機分** 大部は磷酸の鹼鹽及び土鹼鹽よりなる、鐵を含むこと多く、煮沸卵にて卵黄及び卵白の中間に屢々綠色の層を呈するところあるは硫化鐵の爲なり。

#### 卵白

1 Lutein



少しく黄色を帯び多量に蛋白質を含有する液體にして角素様の菲膜にて縦横に區分せらるるを以て甚だ粘稠の觀を呈す。その比重約 1.038—1.045, 新鮮なるものは反應 pH 8.2 なるも日を經過するに従ひて鹼性度を増して 2 日後には 9.0, 8 日後には 9.5, 20 日後には 9.6 となるこいふ、故に極めて新鮮なるものは Phenolphthalein にて着色せず時日を經過したるものは着色の度大なる (Healy 及 Peter<sup>1</sup>)。卵白は殆んど全く蛋白質、水及び鹽類より構成せられ糖 (0.5%) 及脂肪は微量に過ぎず。組成は大約水分 85—88%, 固形分 12—15, 蛋白質 10—13, 脂質 1.3, 鹽類 0.7% なり。

卵白の蛋白質には卵蛋白素, 卵球素, 卵粘素, 卵類粘體等あり雖もその大部を占むるは卵蛋白素にして蛋白質の 90% をなす, 卵球素は蛋白質全量の約 6.7% を占むるに過ぎず, 粘素及び類粘體の如きは極めて微量に含有せらるるのみ。卵球素は卵白溶液を硫酸安門にて半ば飽和したる時析出し, 卵蛋白素は鹽類を透析したる後煮沸によりて沈澱す, 卵類粘體は煮沸によりて卵球素及び卵蛋白素を除去したる後に Alcohol を加ふれば析出す。卵蛋白素の内その過半は結晶性にしてこれを卵蛋白素と稱し, 他の非晶性球素を副卵蛋白素と稱す, 前者は 64°, 後者は 60° にて凝固す, 卵蛋白素は約 15.3% の窒素を有し, 副卵蛋白素は 16% の窒素を有す。

卵類粘體は其配合簇として一種の多糖類を含有す。此者を部分的に水解すれば二分子の菊糖糖一分子の Chitosamin とよりなる還元性の三糖類 4 個を發生す。該三糖類は Chitosamin の Amino-基を遊離の状態に保有す (Levene 等<sup>2</sup>)。

**鐵質分** 卵白の無機成分は主として Kalium, Natrium 及び鹽化物よりなる。Calcium, Magnesium, 磷酸鹽等は是等より遙かに少なし。

#### 鶏卵殻

鶏卵殻は卵の約 10 分の 1 の重量を有し, 卵の發育と共に漸次消費せられ

1. Healy 及 Peter: Am. J. of Physiol. 74, 363 [1925]

2 Konalbumin 3 Levene 等: J. of Biol. Chem. 84, 49 及 63, 1929

胎兒の構成に用ひらる。

鶏卵殻の大部は無機成分よりなり, 有機質甚だ僅少にして 3.6—6.5% に過ぎず有機質は主として一種の角素よりなる。

無機成分の大部は炭酸-Calcium よりなり, 尙少量の炭酸-Magnesium 及び磷酸土鹵鹽を含有す。

鶏卵殻を着色する色素は之を Ooporphyrin と稱し Protoporphyrin と同一物なり。

鶏卵の鈍極に於て外皮及び内皮の間に瓦斯を含有する空隙あり, 其中には約 18—20% の酸素を存す。

#### 第三項 胎盤

胎盤は 60—65° に於て凝固する蛋白體を含有す。

糖原は約 0.5% の割合に存在し別出後漸次分解し 24 時間を經過する時は全く消失す。此際 Acetaldehyd を發生す。Insulin の存在は Aldehyd の生成を助長するものの如し (Tateyama<sup>1</sup>)。磷脂質も亦存在す。酵素には蛋白酵素, 脂肪酵素, 澱粉酵素, 酸化酵素等見出さる。

#### 第四項 羊膜液<sup>2</sup>

輕稠の白色若くは淡黄色の液にして微濁を呈す。これ有形分として粘液小體, 上皮細胞, 脂肪小球及び綿毛を有するが爲なり, 反應は中性若くは弱鹼性にして比重は 1.002—1.028 なり, 固形分に乏しく僅かに 20% を含むに過ぎず。

人間の羊膜液は妊娠の終期に於ては其量約 1l に達す固形分は僅少にして僅かに 1.5% を含むに過ぎず。其内 0.7% は無機鹽類の占むる處にして其大部は食鹽なり。有機成分中蛋白質は僅かに 0.085% に過ぎず。總窒素 (0.075%) 中主なるものは尿素及安門にして其他尿酸, Allantoin 及び Kreatinin あり。尙 Pepsin, 澱粉酵素, 脂肪酵素等の酵素を有す。人類

1 Tateyama: Bioch. Z. 163, 292 [1925] 2 Amnionsflüssigkeit



の羊膜液中には未だ糖を検出せざるも獸類には存在すといふ。

### 第三節 乳腺及乳汁

#### 第一項 乳腺

乳腺の化學的成分に就ては研究未だ充分ならず。乳腺を構成する細胞は蛋白質に富みこゝに核蛋白體多し。核蛋白體の水解産物は Glykokoll を含まず其組成恰かも乾酪素より得らるるものと相似すといふ<sup>1</sup>。

脂肪は分泌期の乳腺には必在の成分にして或は大なる或は小なる顆粒として原形質内に現はる。

乳腺は Katalase, 過酸化酵素, 蛋白酵素, 澱粉酵素, 脂肪酵素等の酵素を含有し是等は一部乳汁中に移行す。

#### 第二項 乳汁

乳汁の一滴を顯微鏡に檢する時は二種の成分よりなるを認むべし、その一は透明なる液體にしてこれを乳漿と稱し、他はその内に浮遊する微細なる脂肪小球なり、故に乳汁は乳漿及び脂肪球より形成せらるる一種の乳化態<sup>2</sup>なり。

#### 性 狀

不透明にして白色又は黄白色を呈し薄層にては青白色を帯ぶその味稍甘まく、特有の臭を有す。比重は脂肪の量により上下し 1.028—1.034 の間にあり(平均 1.030)、大部分の乳脂を除去したるものはその比重大なり、結氷點は凡零下 0.54—0.59<sup>2</sup>。此等の諸性狀は各種動物の乳汁に就て略同一なりと雖も其化學的の組成に至りては動物により著しく異なる。極めて新鮮なる草食獸及び雜食獸の乳汁の反應は Lackmus に對しては兩性、Phenolphthalein には酸性、瓦斯電池法によれば中性にして牛乳に於ては  $[H^+] = 1-2 \times 10^{-7}$  なり。肉食獸の乳汁は Lackmus に對し酸性を呈す。暫時

<sup>1</sup> Mandel: Bioch. Z. 23, 245 [1910] <sup>2</sup> Emulsion

放置せられたる乳汁は空氣中より入りたる細菌の作用を受けその内に含有する乳糖を乳酸に變ずるを以て酸性反應を呈す。乳汁は何れも緩衝性強く酸若くは鹼の添加により其酸性度を變ずること少なし、新鮮にして兩性若くは弱鹼性に反應する牛乳は煮沸せらるるも毫も凝固せず、唯その表面に近き部分の濃縮して乾酪素及石灰鹽よりなる菲膜を形成するに過ぎず。

この期に於て煮沸と同時にこれに炭酸瓦斯を通ずるも凝固することなし。然れども乳酸發生するに従ひこの關係漸次變化し、第一の時期にありては豫め炭酸を通じたる後これを煮沸すれば凝固し、第二期に於ては炭酸にて處理することなく煮沸せしのみにて凝固し、次の時期に於ては單に炭酸を通じたるのみにて凝固す。終には常溫に於て(8°C にては 2—3 日、16°C にては 1 日の後)既に凝固作用行はれ、凝塊は漸次收縮して黄色又は黄綠色の液を分離す、これを酸乳清<sup>1</sup>と稱す。かくの如き乳汁の凝固は乳酸の發生に伴ふ現象なり。酸乳清は乳糖を含有すること乳汁より遙かに少なくこれに反し乳酸を含むこと大なり。その他乳汁は新鮮なる状態に於てもこれに胃粘膜の浸出液を加ふる時は凝固して黄色液を分離す、これを甘乳清<sup>2</sup>と云ふ、この際乳汁はその反應を變ずることなし。

#### 化學的成分

乳汁成分の主なるものは脂肪、蛋白質、乳糖、酵素、無機鹽類殊に磷酸及び Calcium 等なり。その外少量の Lecithin, Cholesterin, 尿素(0.008—0.012%), Kreatin, Kreatinin, Purin-鹽基, 尿酸, Aceton 及び脂肪色素(約等量の Carotin と Xanthophyll よりなる)並に轉輸素を含む、少量の枸橼酸(牛乳にありては 0.1—0.15%, 人乳にありて 0.05—0.07% 含有せらる)も亦存在す。牛乳 100 cc 中に存する殘餘窒素は 19—38 mg なり。

脂肪 脂肪は乳漿中に微細の脂肪小球として分散し、周圍に吸着せられて生じたる一種の蛋白質の被膜を有する爲各脂肪小球は合一し難しその

<sup>1</sup> Saure Molke <sup>2</sup> Süsser Molke



数凡そ1c.mm約1—6百萬、その直徑は2—5 $\mu$ あり(均等牛乳にては直徑約0.1 $\mu$ )、主としてOlein及びPalmitinよりなり、Oleinは人乳にありては脂肪の約50%、牛乳にては約32%を占む。乳脂の組成は他の體脂と異なりStearin-酸を缺きMyristin-酸、酪酸、Capron-酸、Capryl-酸等の低級脂酸之に代りて存在す。揮發性脂肪は牛乳にては脂肪の約7%を占め(Butyrinの量は4—5%に達す)、人乳にては1—2%あり。

乳脂は何れもCarotin及Xanthophyll等の黄色植物色素を含有す。乳脂は約0.36%のCholesterinを含有し其約40%はEsterの状態にあり、(Gardner及Fox, Bioch. Journ. 17, 94, 1923)。乳汁中に存する磷脂質は極めて微量にして乳汁の0.018%、固形分の0.14%に過ぎず。Lecithin, Kephalin及Sphingomyelin等よりなる。

脂肪球は比重の關係上漸次乳汁の表面に集りて酪汁を形成す此ものは約25%の脂質を含有す。酪汁を去りたる乳汁を瘠乳と稱す廻轉沈澱器により酪脂と分れたる瘠乳の脂質量は0.1%に過ぎず。酪汁は之を打盪する時は脂肪球の被膜破綻せられ脂肪は互に相合して酪脂を形成し酪脂乳を遺留す。

蛋白質 乳汁中に存する主なる蛋白質は乾酪素、乳蛋白質なり。人乳にありては蛋白質の約三分の一は乾酪素、三分の二は乳蛋白質よりなるも、牛乳にありては乳蛋白質の量乾酪素に比し遙かに僅少にして乾酪素は約3%、乳-Albuminは約0.5%なり。其他乳汁中には極めて微量の球素存するも(乳汁蛋白質の約0.1%に過ぎず)此ものは血清球素の移行し來りたる物なり(Wells及Osborne<sup>1</sup>)

乾酪素は乳汁に限り存在する一種の磷蛋白體にしてpH4.7に於て等電點を有し水及び中性鹽液には溶解せざるも滴又は土滴に容易く溶解す、然れども乾酪素土滴鹽の溶液は清澄ならずして濁濁す乳汁中には主として

<sup>1</sup> Wells及Osborne: J. of Infect. Dis. 29, 200

石灰鹽として存在す。乾酪素原中の磷酸はSerin其他のOxy-Amino-酸のOxy-基と結合して存在し37°に於て $\frac{1}{4}$ 苛性曹達を以て處理せらるる時は之より分離せらるべく、又Trypsinを以て消化する際にも分離せらる。乾酪素の特異なる性狀は石灰鹽の存在に於て凝乳酵素のために凝固するにあり。この沈澱を乾酪と稱す。この時乾酪素は先づ准乾酪素とProteose様の乳清蛋白質(磷を含有せず)とに分解し准乾酪素は石灰と共に沈澱して乾酪を形成す。乾酪を久しく適度の溫度に放置する時は或種細菌中に含有せらるる酵素の作用によりてその蛋白質漸次分解せられProteose, Pepton, 數種のAmino-酸となり、Amino-酸の一部はAmino-基を失ひて脂酸に變じて成熟す、これ吾人の食卓に上る乾酪なり。

乳蛋白質は血清蛋白質に比し比旋度小(—37°)、Tryptophan含量大なり。

乳汁に食鹽を飽和して乾酪素を沈澱せしめその濾液を硫酸-Magnesiumを以て飽和する時は球素の沈澱を得べく更にその濾液を硫酸安門を以て飽和すれば蛋白質の沈澱を析出す。

各個人より分離したる乾酪素は各自異なる熱凝固點を示し而かも各個人に就ては數月に互り殆んど不變なりといふ。之れ乾酪質の構造異なるによるか又は挾雜物の存在に基因するか斷言するこゝ能はず<sup>1</sup>。

糖質 0.025—0.035%のArabinose及少量の糊精様物質の外主として乳糖よりなる。

乳糖は乳汁中に限り存在する糖質にして牛乳には約5%、人乳には約7%含有せらる。

乳糖は純粹なる釀母によりて酒精醱酵を惹起せず、然れどもSaccharomyces kefirはその中に存する乳糖酵素の作用によりて先づこれを葡萄糖及びGalactoseに分解したる後酒精醱酵を惹起す。かくの如き菌を用ひ酒

<sup>1</sup> J. Biol. Chem. 178, 82 [1926]



精醱酵を起さしめて製造せる飲料あり、その牛乳より得たるものを Kefir と稱し、馬乳より作りたるものを Kumys と呼ぶ。此際尙乳酸も亦發生し且つ蛋白質の一部は Pepton に變ず。Kefir 菌が勢を得て發育する時は他の細菌の發育阻止せられ腸腐敗作用減退すと稱せらる。

乳糖は乳酸菌<sup>1</sup>の爲めに乳酸醱酵を起し乳酸を生成す、空氣中に放置せられたる乳汁が酸性を帯ぶるは乳酸の發生に基くなり。

**酵素** Katalase, 過酸化酵素, Dehydrogenase, 脂肪酵素及澱粉酵素等あり、是等は主として乳汁生成の爲め腺細胞内に於て働きし酵素にして幼児の爲めに重要なるものに非ず。Schardinger 酵素の作用の有無により生乳及び煮沸乳を區別するこゝを得べく又過酸化酵素の檢出 (Storch の反應) も亦生乳及び煮沸乳との區別に用ふるこゝを得、即ち約 10 cc の乳汁に 2 滴の 2% p-Phenylendiamin 液及び 1 滴の 0.2% 過酸化水素を加ふるに生乳にては振盪に際し青變す。

**無機鹽類** 牛乳及び人乳 1000 分中に含有せらるる無機成分は大略次の如し。

	酸化加里	酸化 Natrium	鹽素	酸化鐵	酸化 Calcium	酸化 Magnesium	五酸化磷
牛乳	1.73	0.51	0.98	0.004	1.98	0.20	1.82
人乳	0.88	0.36	0.98	0.002	0.38	0.05	0.31

即ちこの表に於て明なる如く乳汁中の重なる無機成分は磷酸加里及び磷酸 Calcium なるを知るべし。乳汁中の鐵量は僅少に過ぎざるを以て發育しつつある幼児の Hemoglobin 生成に對し充分なるこゝ難く爲に久しく母乳にて養はれたる幼児は貧血に陥るこゝ多し此症狀は他の食物を攝取するに至りて漸次恢復す。

**轉輸素** 乳汁は Vitamin A. B. C. D 等何れをも含有す。暫時の煮沸は是等轉輸素の量を減少せしむるこゝなしと雖も Pasteurisation 若くは長時間

<sup>1</sup> Bacterium lactis

の加熱は Vitamin C の含量を著しく減少せしむ。

#### 乳汁の定量的組成

乳汁の組成は同一動物にありても分泌の時期、食物及び營養状態によりて差異あるを以て一定數を示すこゝ能はずと雖も下に König 従ひ牛乳と人乳との組成を擧げむ。

	水分	固形分	乾酪素	乳蛋白質	脂肪	乳糖	鹽類
牛乳	87.2%	12.8	3.0	0.5	3.7	4.9	0.7(石灰 0.2)
人乳	87.6	12.4	0.8	1.2	3.7	6.4	0.3(石灰 0.04)
本邦人乳	88.5	11.5	1.3		3.0	7.0	0.16(堀内松五郎)

これに依つて明かなるが如く人乳は牛乳に比して乾酪素及び鹽類 (殊に Calcium) を含むこゝ少なく、これに反し乳糖を存するこゝ比較的大なり。故に小兒科醫は牛乳を以て人乳を代用するに際し、これを稀釋し且つこれに乳糖又は蔗糖を添加するを薦む。人乳が牛乳に比しその乾酪素を沈澱せしむるこゝ難く且つその沈澱が過剰の酸に容易く溶解するこゝ、又凝乳酵素の爲めに生ずる凝固の不規則なるは蓋し乾酪素及び石灰分等鹽類を含むこゝ小なるが故なるべし。尙人乳は牛乳に比し乳蛋白質を含有するこゝ遙かに大なり。而して乳蛋白質は營養に重要なる Lysin を含むこゝ多きは注目すべき點なり。

**初乳<sup>1</sup>** 妊娠時及び産後の初期 (三日間) に分泌せらるる乳汁を初乳と稱す、初乳は普通乳汁に比し稍強き黄色を帯び粘稠度大にして酸味を有す、その比重大にして、固形成分を含むこゝ多し (人の初乳の比重は約 1.04—1.05 を算す)、明かに酸性反應を呈す。普通の乳汁は煮沸せらるるも凝固するこゝなしと雖も初乳は多量の蛋白質及び球素を含有するを以て煮沸によりて凝固す。蛋白質量は最初三日間に多く 5—9% に達するも急に減少して一週の終りには通常値 1.4—2.0% となる。初乳の凝固性蛋白質は普

<sup>1</sup> Colostrum



通乳汁と異なり Globulin の含量遙かに Albumin よりも大なり、乳糖の量は初期に少なく二週の内には平常値 6.5% に達す。初乳中には所謂初乳小體<sup>1</sup>と稱するものあり、これ臙胞細胞若くは多量の脂肪球を含有する多様核性並びに單核性白血球にして顆粒状を呈し各種病原菌に對し喰菌性を有す。初乳は又抗体を含有するこ甚だ大なり、解血補體は普通乳汁中には存せざるも初乳中に之を認むるこを得。

初乳は又 Jod を含有するこ大にして日と共に其含量速かに減少す今分娩後 8 日間に分泌せらるる初乳中の固形分、鹽分及 Jod を擧ぐれば下の如し (Maurer 及 St. Diez<sup>2</sup>)

分泌日	1	2	3	4	5	6	7	8
固形分	—	12.98	11.98	11.28	12.35	12.48	11.96	11.27
鹽分	—	0.27	0.25	0.26	0.27	0.24	0.25	0.21
Jod	24.0	12.7	11.1	5.4	4.3	2.1	2.5	2.9

授乳時期と人乳組成との關係 授乳の各時期に於ける人乳組成大約次の如し。

	時 期	蛋白質	糖	脂 肪	灰 分
初 乳	1—3日	8.5%	3.5%	2.5%	0.37%
變遷期	12—30日	2.25	7.5	3.0	0.3
旺盛期	1—6月	1.25	7.5	3.5	0.2
後 期	10—20月	1.0	7.5	3.2	0.2

### 第三項 乳汁の分泌

乾酪素は乳腺細胞内に於て合成せらる、乳汁中の脂肪は血液中の磷脂質が乳腺細胞内に攝取せられ此處に於て磷酸を分離して發生するもの如く其構成成分たる脂酸の中には食物に由來する脂酸及び體內にて糖質より發生する脂酸共に存在すべし。乳糖は乳腺に於て葡萄糖より發生し饑餓時に於ける血糖減少と共に減少し又 Phlorhizin 糖尿症時に減少す。

<sup>1</sup> Colostrumkörperchen <sup>2</sup> Maurer 及 St. Diez: Bioch Z. 178 161 [1926]

## 第七編 消 化

幼若なる細胞は發育せんを努め、成長せる細胞は其組織を維持し且増殖せんを、是等の目的には必ず外部よりの食物の攝取を必要とするのみならず、生體の生活現象の發揮に必要な Energi は又食物より供給せらるるを要す。

單一細胞より成る個體は其周囲の介劑より物質を攝取し需要に應じて之を變化し不必要なる残渣及代謝産物を直接に細胞外に排泄す。之に反し多細胞より構成せらるる動物にては細胞の多くは直接に外界と接觸するこなく、且各細胞は一定の岐化を蒙り直接に各種の物質を其儘攝取する時は障礙を蒙るこあるを以て高等なる動物にては食物を體細胞の攝受到に可能ならしむる如く變化せしむる役目を演ずる臟器系あり之を消化管と稱す。

養素が消化管内にて受くる器械的並びに化學的作用を消化作用と稱す。此際養素が蒙る主なる變化は二様にして其一は養素を膠質性より晶質性に變じ、他は養素の特殊性を除去するにあり、即ち食物及生體內諸成分は主として膠質性の状態に於て存在し無機質、糖及若干の浸出物を除くの外は皆膠質として消化管内に攝取せられ、又膠質として體內に沈着せらる、然るに消化管壁を形成する動物膜は膠質に對し透過を許さざるを以て養素をして之を透過し生體內に入らしむるには一時之を晶質性状態に變化せしむるを要す之れ消化の第一目的なり。かくして發生したる養素の晶質性分解物は腸管壁又は他の組織にて再び複雑なる成分に合成せらるるも其構造は全く食物内に於ける養素の構造と同一なるものに非ず即肝臟内糖原は其構造食物内澱粉と異なり、又人の血液及臟器中の蛋白質は植物性及動物性食物中の蛋白質と異なる、蛋白質の構造は種族及臟



器の異なるに従ひて異なる，而して蛋白質を避腸的に血液中に注射するに毫も利用せられずして排泄せられ，血液及臓器は異種の蛋白質を同種の蛋白質に変化せしむる作用なし。消化の第二の目的は實に養素成分の種族特異性を除去するにあり。

脂肪，糖質，蛋白質等は其種類極めて多きも是等は比較的少數なる構成成分が結合の様態を異にするより起るものなるを以て消化管内に存する酵素の作用によりて其結合を解きて簡單なる構成成分となす時は其特異性は是るなり。結晶性の状態は分解の程度比較的軽度なる時に於ても既に獲得せらるるも腸粘膜は二糖類の如き晶質性のものも之を透過せしめず悉く是等を一糖類に変化せしめたる後吸収するもの如し。

## 第一章 口腔内消化作用

口腔内に於て食物の受くる作用は一部は器械的一部は化學的なり，その器械的なるものは咀嚼筋の運動によりて細碎せられ且つ唾液と混和せらるるにあり，これが爲め食物は唾液中の粘素によりて粘滑となり嚥下に際し容易く食道を経て胃中に送らるることを得(1.2 cm より大なる塊は之を嚥下すること難しといふ)，咀嚼と同時に可溶性成分は唾液中の水分に溶解せらる。

食物が口腔内に於て受くる化學的變化は主として唾液澱粉酵素及び麦芽糖酵素によりて澱粉若くは糖原が糖化せらるるにあり，殊に一旦煮沸せられたる澱粉性食物は澱粉酵素の働を受け易きを以て直ちに一定の變化を呈す，然れども食物の口腔に在るは比較的短時間に過ぎざるを以て糖化作用は反て胃に於て繼續せらるる方を大なりとす，これ澱粉酵素は酸に對し抵抗力少なく胃液と混和せられ一定度の酸性を帯びるに至らば固よりその働を失ふものなりと雖も，食物は炭酸にて飽和せられたる唾液とて考ふべき唾液とよく混合せられあるを以て胃に入るも直ちに酸性となることなく，そ

の胃壁に沿ふものは酸性を呈すと雖も内部に在るものは久しく酸性を帯びるに至らず，この部に於ては依然として唾液澱粉酵素の作用繼續せられつつあればなり，尤も一定時間(0.5—1—1.5時間)の後には一方には分解産物なる糖の滞積を來し，他方には胃液の浸潤に伴ひて反應酸性となるにより澱粉酵素の作用は遂に全く熄むに至る。

その外口腔は味官及び觸官により食物の適否を検するのみならず味覺神経により反射的に胃液の分泌を増進せしめて胃消化を完全ならしむる作用を有す，同量の食物を胃瘻管よりして挿入するよりも口腔を経て與へたる時に於て胃の消化作用が1—2時間早く終結するは蓋しこれが爲ならむ。

## 第二章 胃内消化作用

胃の主なる作用は胃液中に存する蛋白酵素によりて蛋白質を一定度まで分解して腸消化を受け易からしむるにあり，その他消化の初期に於ては唾液澱粉酵素の働を繼續遂行せしめ又食物と共に混入し來れる細菌を一定度まで滅滅せしむ。

胃の運動 胃の消化に際し胃は胃壁内に存する環状筋肉の收縮によりて明かに大小の二部に分たるを見む，その一は大にして左方に位し胃底部と稱す，他の一は小にして右方に在り幽門部これなり，食物の胃中に入るや先づ胃底部に貯藏せられそれより漸次少量宛幽門部に送らる即ち胃底部は主として貯藏室の役を營みその壁の筋肉は發育微弱にして食物の輸入せらるると共に擴張せられ内容物に向つて間斷なく6—8 cm の水壓に相當する壓を加ふるに過ぎずしてこの部には毫も蠕動を起すことなし，これに反し幽門部に於てはその壁筋の發育充分にして一定の強度と，一定の速度とを以て殆んど器械の如く規律正しく絶えず蠕動運動行はれその内容はこれが爲めに混和せられ又これが爲めに腸に送らるるなり。

固體の食餌を攝取する時はその後より入るものは前に入りしものの内部に順次配列するを以て食時の後期に於て取りし食物は比較的久しく胃液に接觸せざるものとす，周圍のものは漸次胃液と混じこれが爲めに液狀に變ずるや壁壓により徐々に幽門部に送致せられ，ここに於て充分に胃液と混和消化せられて小腸に壓出せ



らる。幽門の開閉の機序に關しては以前胃内容の酸性度が一定度に達すれば幽門部括約筋の弛緩を起して胃内容物を十二指腸に出さしめ胃内容物が十二指腸に達する時は其刺激によりて幽門閉鎖せられ、十二指腸の内容物が胆汁、胆汁、腸液等の混和に遇ひて鹼性となるに至らば幽門再び閉鎖せらるると説明せられしが幽門括約筋の收縮は單に酸によりて惹起せらるるのみならず器械的刺戟及び痛によりても行はるること知らるるに至り、更に McCann<sup>1</sup>の研究によれば胃内容物が腸に送致せらるるは單に幽門部括約筋の作用によるのみに非らず全幽門腔之に關與し寧ろ胃内容物が粗大なる間は幽門強く刺戟せられ蠕動運動を起すも、消化進みて内容物が半流動となるに至れば刺戟も漸次減少し幽門部弛緩し括約筋も弛みて内容物速かに排出せらるるものなりといふ、尙血液に比し高張若くは、低張なる内容物の存在せる時は幽門閉鎖せられ、滲散作用により内容物が血液と凡そ同等の滲透壓を得るに至つて始めて幽門開口し内容物は腸に向つて噴出せらる。胃が固體を以て充溢し居る時に液體を攝取すれば液は食物と胃壁との間を通して幽門に達し食物と混することなくして十二指腸に出づると云ふ (Katsch 及 Friedrich<sup>2</sup>)

**蛋白質の消化** 胃液の鹽酸及び Pepsin の爲めに殆んそ凡ての蛋白質は分解せられて溶解性となり、Proteose 及び Pepton を生じ約5%の Amino-N の増加を認むるも Amino-酸は毫も生ずることなし、結局胃に於ける消化作用は蛋白質の大部分 (80—85%) を溶解性となし、腸消化を受くること容易ならしむる前提にして胃消化を受けたる蛋白質は Trypsin, Erepsin 等により分解すること甚だ迅速なり。胃に於ける蛋白質の消化度は蛋白質の種類により異なるものにして膠は最も消化し易く、乾酪素, Edestin, Gliadin, 肉等も亦よく消化せらるる (3<sup>1</sup>/<sub>2</sub>—4<sup>1</sup>/<sub>2</sub> 時間にて約 80—100%) も血清蛋白質及び卵白は消化甚だ不充分なり (同時間内に約 50%)。角素, 粘素, Protamin は胃液によりて消化せらるること難し。

**糖質** 胃の内容物が悉く胃液に浸潤せられて一定の酸性度に達せざる以前に於ては胃に於ても唾澱粉酵素の爲めに澱粉の糖化作用行はるることは

<sup>1</sup> McCann: (Am. J. of Physiol 89, 497 [1929])

<sup>2</sup> Katsch 及 Friedrich: Mitt. Grenzgeb. Med. u. Chir. 34, 343 [1921]

口腔消化の際既に述べたる處なり。

**脂肪の消化** 脂肪は胃液中に存する脂肪酵素の爲めに水解せらるるも乳化態に於て含有せらるるに非らざればその度甚だ僅少なり、尤も多量の脂肪が胃中に達するや少量の十二指腸内容物が直ちに胃中に逆流し胆汁中に存する脂肪酵素も亦胃内脂肪の分解に與かる。これ等の作用は腸内脂肪分解の作用に比すれば輕微に過ぎず、雖もこの際發生したる脂酸は石鹼となりて腸内に於て脂肪を乳化態に導き胆汁脂肪酵素の作用を受け易からしむるに效あり。

**消化の時間** Demuth<sup>1</sup> が X 光線にて檢したる處によれば各種食物の滯胃時間は胃の運動能により異なるも糖質食の時は 2 時 50 分、蛋白質食の際は 3 時 30 分、脂質食にありては 4 時 20 分を普通とす即糖質食最も早く、蛋白質食之に亞ぎ脂質食は最も遅し其比は正常胃にては略

蛋白質:糖質	1.23—1.46
脂質:糖質	1.35—1.53
脂質:蛋白質	1.08—1.24

の範圍にありといふ。

食事の際 1l の水、茶及珈琲を攝取するも食物の滯胃時間に餘り影響を及ぼさず 10g の蔗糖攝取も亦何等影響を與へざるも 100g の糖は酸度を減じ食物の滯胃期を遷延せしむ。水分は食前に採らず食後に攝取するを可とす。液の温度は影響少なし。

熟練せる運動は食物の滯胃時間に影響を與ふること少なきも不熟練なる動作は胃内容物の停滯を起し其水分は増加 (10%) し蛋白質の消化障碍せらる。Morphin 類滲體も亦胃内容物の停滯を招來す。

蛋白質と脂肪とを混じて食するも蛋白質の消化にさしたる障碍を見ず、尤も多量の脂肪をとりたる時はこの限りにあらず、これに反し脂肪と多糖類と

<sup>1</sup> Demuth: D. Arch. Klin. Med. 130, 292 [1921]



の混食は消化時間を著しく遷延せしむる云ふ。多糖類を食したる後蛋白質を食するも蛋白質消化に変化を認むるこゝなし、これに反し蛋白質を食したる後に多糖類を攝取すれば多糖類の胃を去る時間甚だしく後るる云ふ。

**乳児の胃消化** の模様就ては未だ全く明ならざる所多し生後1—6月の頃は HCl の分泌充分ならず胃内容物の酸度は多くは  $1-10^{-5}$  に過ぎず。7月頃より初めて増加し9月に至りて漸く蛋白質消化の能力を得るに至る故に乳児の初期に當り胃に於て主として見る所のは凝乳作用及微弱なる脂肪水解のみにして、腸に轉送せらるるものならむ(Davidsohn<sup>1</sup>) 乳汁胃内に入るや凝乳作用によりて蛋白質及脂肪の大部は凝塊となり、乳清搾出せられて腸に出さる。

### 第三章 小腸内に於ける消化作用

胃消化終りたる後その酸性内容物(これを糜粥<sup>2</sup>と云ふ)は幽門を経て十二指腸に達するや直ちに膵液及び腸液に遇ひて中和せられ Pepsin の作用は全く停止せらる。糜粥中には脂肪、澱粉及びその消化物、植物纖維素、蛋白質の不消化分及び Proteose, Pepton 等あり何れも腸に於ける酵素によりて更に一層完全なる消化を要するものなり。是等の消化作用に與かるものは胆汁酸鹽、膵及び腸脂肪酵素、膵及び腸澱粉酵素、腸粘膜よりの麦芽糖酵素、蔗糖酵素、乳糖酵素、腸活素にて賦活せられたる Trypsin, Carboxypolypeptid 酵素, Aminopolypeptid-酵素, Dipeptid-酵素等あり之によりて糜粥の内容は悉く簡單なる構成成分に分解せらる。

**蛋白質** 胃に於て Pepsin-鹽酸の作用を受け溶解性となりたる蛋白質は小腸に於て腸活素にて賦活せられたる Trypsin, Polypeptidase 及び Dipeptidase の爲めに更に分解せらる。膵液中の Trypsin は胃液の Pepsin よりも蛋白質を分解する力強大にして單にこれを溶解性化合物に変化する

<sup>1</sup> Arch. Kind. 69, 142 [1921] <sup>2</sup> Chymus

のみならず簡單なる Amino-酸をも化生す。然れども Trypsin は Polypeptid を水解するこゝ能はず、是等は膵液中の Carboxypolypeptid 酵素及び腸液中の Aminopolypeptid-酵素及び Dipeptid-酵素の爲めに水解せられて悉く Amino-酸に変ずるこゝを得。

**糖質** 口腔及び胃に於て未だ唾澱粉酵素の働を受けざる多糖類は小腸に於て膵澱粉酵素の爲めに分解せられて麦芽糖に変ず。この作用は胆汁の存在により催進せられ、腸液の澱粉酵素(これは膵澱粉酵素に比して少量なり)により補助せらる。この際發生したる麦芽糖は膵液及び腸液中にある麦芽糖酵素の作用により更に分解せられて葡萄糖に変ず、その外蔗糖は腸粘膜中に存する蔗糖酵素により葡萄糖及び果糖に分解せらる、乳糖は乳児及び乳汁を常用する成人にありては消化せられて葡萄糖及び Galactose に變ずるも然らざれば消化せらるるこゝなし、これ乳児及び牛乳を常用する成人の膵液及び腸液中には乳糖酵素を含有するも然らざるものありてはこれを缺如すればなり。

その外糖質は小腸に於て既に細菌性分解即ち乳酸酸酵、酪酸酸酵等を惹起すも雖も大腸に比しその度遙かに小なり。

**脂肪** 脂肪は主として小腸に於て消化せらるるものにしてその大部分は膵液内に存する脂肪酵素により Glycerin と脂酸とに分解せらる。豫め食物中に存する微量なる脂酸若くは胃脂肪酵素の作用によりて發生したる脂酸は膵液内炭酸曹達に遇ひて石鹼を作り脂肪を乳化態に導き表面を擴大し脂肪酵素の作用面を大ならしむるが故に脂肪酵素の作用著しく増進す。胆汁自身は脂肪を分解する作用を有せずも其内に胆汁酸鹽を含有するが爲めに膵脂肪酵素により腸内に於て分解の結果生じたる脂酸及び石鹼を溶解しその吸収に便ならしむるにより脂肪の分解を助く。胆汁及び膵液は共に脂肪の消化に重要にしてその一を缺く時は脂肪の消化に著しき障碍を招くものなり。腸液内の脂肪酵素は乳化状態にある脂肪を分解



するもその作用は腓脂肪酵素に比して微弱なり。熔融點高き脂肪は熔融點低き脂肪に比し消化及び利用の度小なり之れ乳化及び鹼化の作用遅き爲なり。

**腸内消化の度** 純粹なる状態に於て攝取せられたる脂肪、糖質、蛋白質の95%以上は悉く腸に於て吸収せられ加ふるに爾餘の分も多くは腸に於て既に分解せられしものが腸の運動により大腸に運ばれしもの考へ得るを思へばこれら養素は腸に於て完全に分解せられたりき看做す可き得べし。

かくの如く多量の養素が腸に於て短時間内に完全に分解せらるるは酵素の配置宜しきを得る可き同時に凡ての狀況が酵素の作用に良好なるによる殊に分解産物の發生後直ちに吸収せらるるは分解を迅速ならしむる一大原因たるべし。

然れども以上は純粹なる養素の消化状態なり。若し食物中に不消化分を含有する時はその消化の程度全くこれに異なる、動物の皮膚及び毛髮、植物の植物纖維素は大部分小腸に於て變化を蒙る可きなし然のみならず植物纖維素の如きは單に自身が不消化なるのみならず、蛋白質その他の養素を包繞する爲めこれら養素の消化を著しく障碍す。豆類、茸類の多量に蛋白質を有するに拘らず適當の調理法を講ぜざれば滋養分としてその效力少なきはこれが爲めなり。

Cannon<sup>1</sup> は猫に少量の次硝酸蒼鉛を加へたる種々の食物25ccを與へ Röntgen を以て撮影しその状態を検したるに、脂肪は胃より壓出せらるること遅く常に同一の歩調を以て小腸に入り大腸に出づるを以て小腸内に脂肪の堆積すること少し、これに反し糖質は胃を去ること早く且つ容易なるを以て一時腸に多量の糖質を見る。一般に蛋白質は胃より逸出すること遅しと雖も脂肪と異なり比較的少量に腸管内に滯溜す、これらの關係上腸管内に於ける各養素消化の様相異なり。各養素が攝食後大腸に現はるる時間は平均糖質にありては4時間、蛋白質は6時間、脂肪は5時間を算すと云ふ。

<sup>1</sup> Cannon: Amer. J. Phys. 12, 487 [1905]

小腸に於て未だ消化せられざる食物は吸収せられずして残れる一部の消化産物及び胆汁、酵素、腸上皮細胞、粘液及び白血球等と共に大腸に運ばる。

小腸内容の酸性度はpH 5.7乃至6.6の間にあり食物内に於ける脂肪、蛋白質、糖質の量に偏重あるも酸性度は影響を受くる可きなし。<sup>1</sup>

## 第四章 大腸内の消化作用

大腸に於ては小腸の内容物と共に入り來れる酵素の爲めに尙消化作用繼續せられ胃、小腸に於て開始したる消化作用を完成す、大腸より分泌せらるる液汁は僅かに少量の Erepsin 及び澱粉酵素を含むに過ぎざるを以て消化機能に與かる可き甚だ少なし。その外大腸内には細菌も亦多量に存在し蛋白質の一部はこれが爲め腐敗に陥り、糖質の一部はこれが爲めに醱酵作用を受く脂肪は腸管内にて細菌の作用を蒙る可き小なるものの如し。腸管内に於ける常住性細菌の好氣性に屬するは主として大腸菌、好氣性乳酸菌にして嫌氣性に隸するは腐敗菌及び不働性酪酸桿菌等なり。

**酵素の作用** 大腸の上部<sup>1/3</sup>の處にてはその内容未だ輕稠にして水分に富みその反應は殆んど弱鹼性若くは中性なるを以て小腸酵素即ち蛋白酵素、脂肪酵素、澱粉酵素、蔗糖酵素等はよくその作用を繼續す、且つその部に於ては吸収を充分ならしめん爲め内容物が速に通過し去る可きを妨ぐる目的にて抗蠕動作用行はれて輕稠なる内容物はよく混和吸収せらる、尾端に赴くに從ひその内容漸次濃厚となり(固形分30—50%なる)、糞様の性質を帶ぶ。ここには緩徐なる蠕動行はれ肛門の方に靜かに内容物を送る。

### 腸腐敗

消化酵素の作用は單に養素を水解して之を簡單なる構材に變ずるのみに

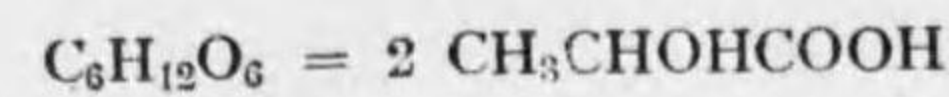
<sup>1</sup> Grayzel 及 Miller: J. Biol. 76, 423, [1928]



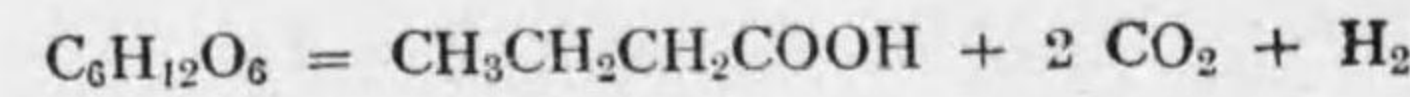
して此際遊離する Energi の量は僅小に過ぎず、かくして発生したる構材は吸収せられ體細胞の利用に供せらる。然れども一部不消化の養素(彈力素、生の卵白、植物纖維素等)が吸収せられずして大腸に至れば其處に蕃殖する微生物の食餌に用ゐらる。此時養素は先づ水解を蒙むるも、次で種々の分解に陥る。

糖質醱酵

糖質の細菌性分解中最も重要なるものは乳酸醱酵



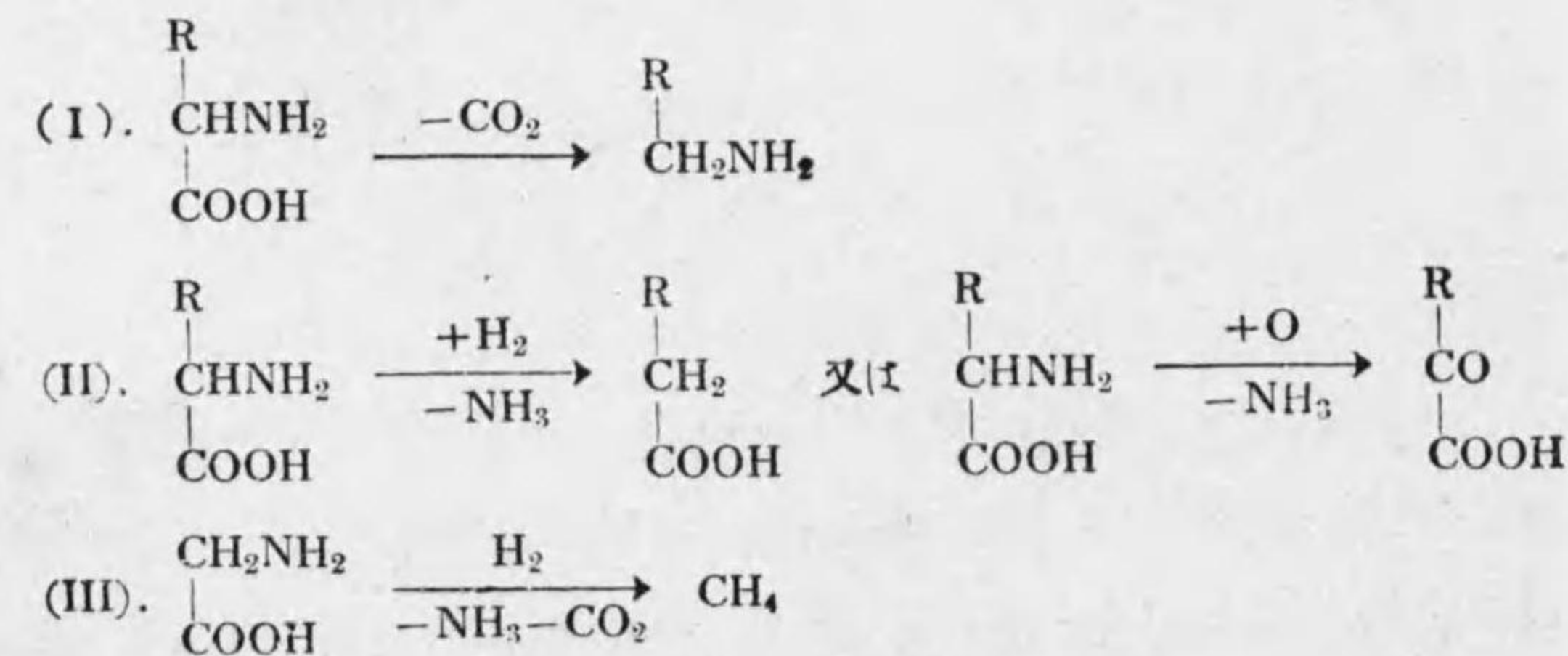
及び酪酸醱酵なり。



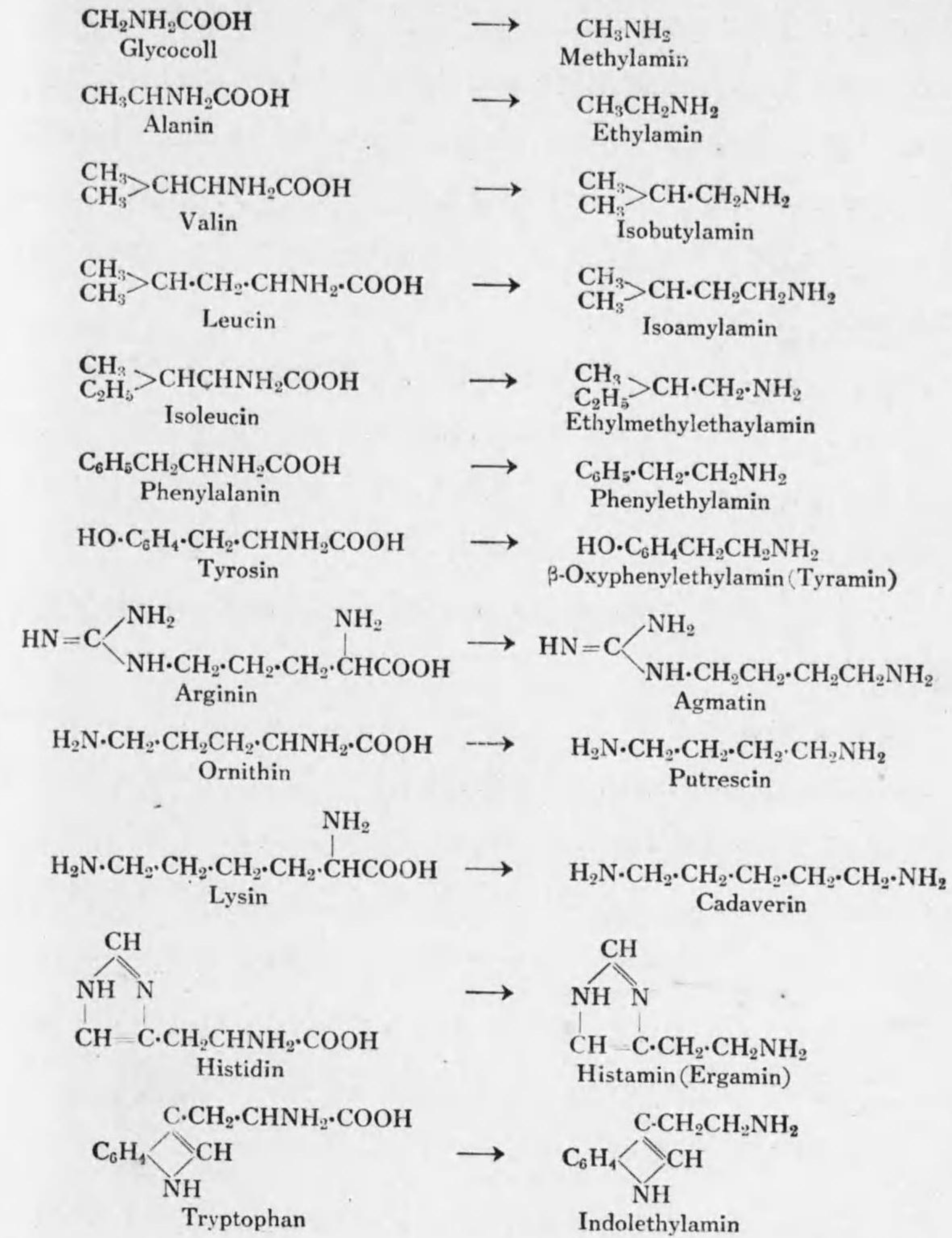
尙嫌氣菌の作用により植物纖維素より Methan 醱酵行はれ腸瓦斯内 Methan の一部を形成す。

蛋白質腐敗

蛋白質が大腸に於て細菌の作用を蒙り腐敗に陥る際先づ發生するは Amino-酸にして此ものは更に炭素酸基若くは Amino-基に於て分解を受く、即ち或は Carboxyl-基を失ひて Amin となり (I)、或は先づ Amino-基を失ひて脂酸若くは其誘導體となる (II)、其何れの作用が主なるかは條件によりて異なるものの如し。又勿論是等二作用相踵で行はるるこゝあり (III)。



Amino-酸より腐敗菌の作用により發生する Amin 類を擧れば。



Isobutylamin 以上 Hexylamin 迄は血圧上昇の作用(動脈小枝の平滑筋を收縮するが爲なり)を呈す。殊に此作用は Benzol-核又は異性環状核入る時に著しく Phenylethylamin にては脂肪屬-Amin よりも5倍以上其動強し、殊に Tyramin は血圧上昇の作用大にして常に病的に血圧高きは



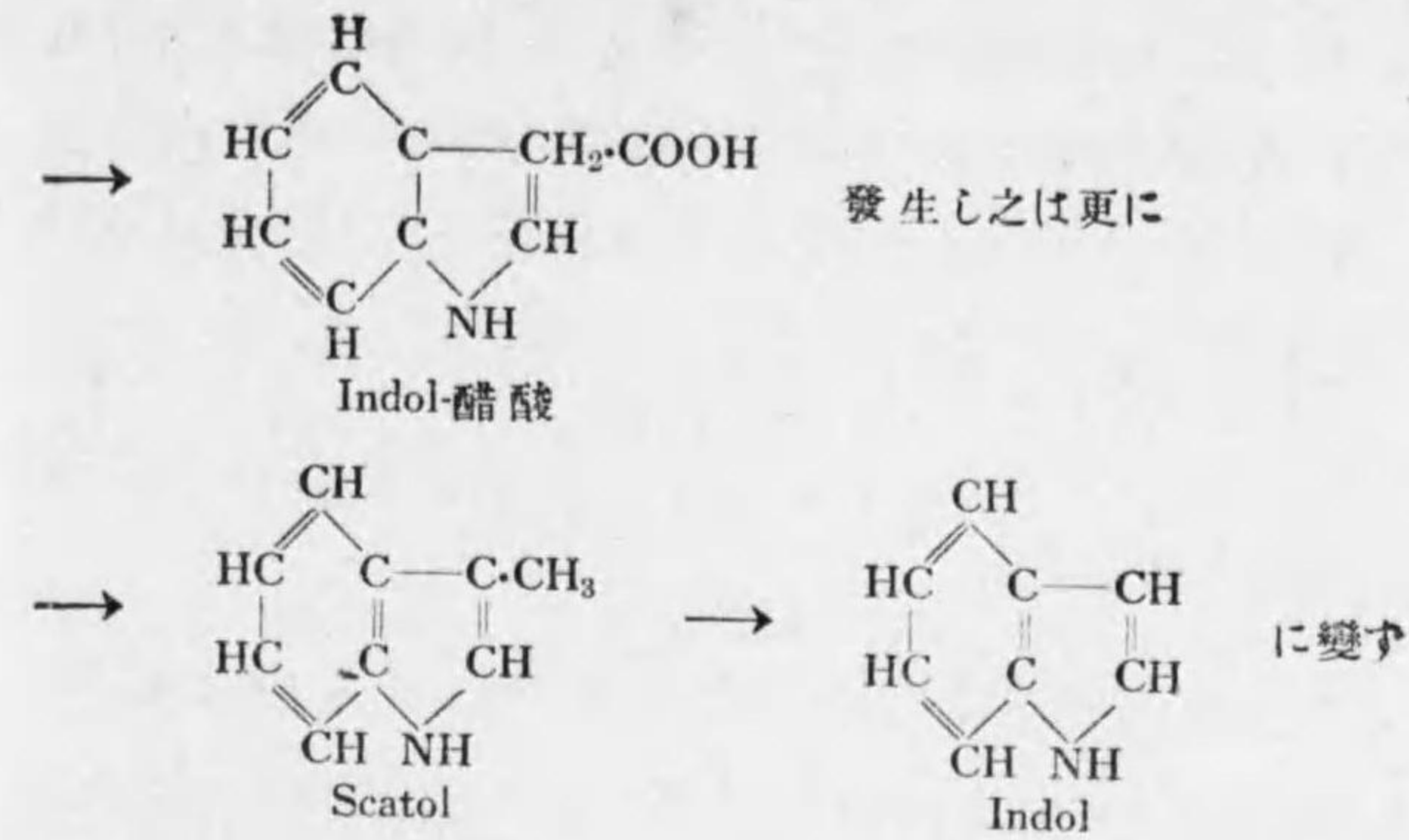
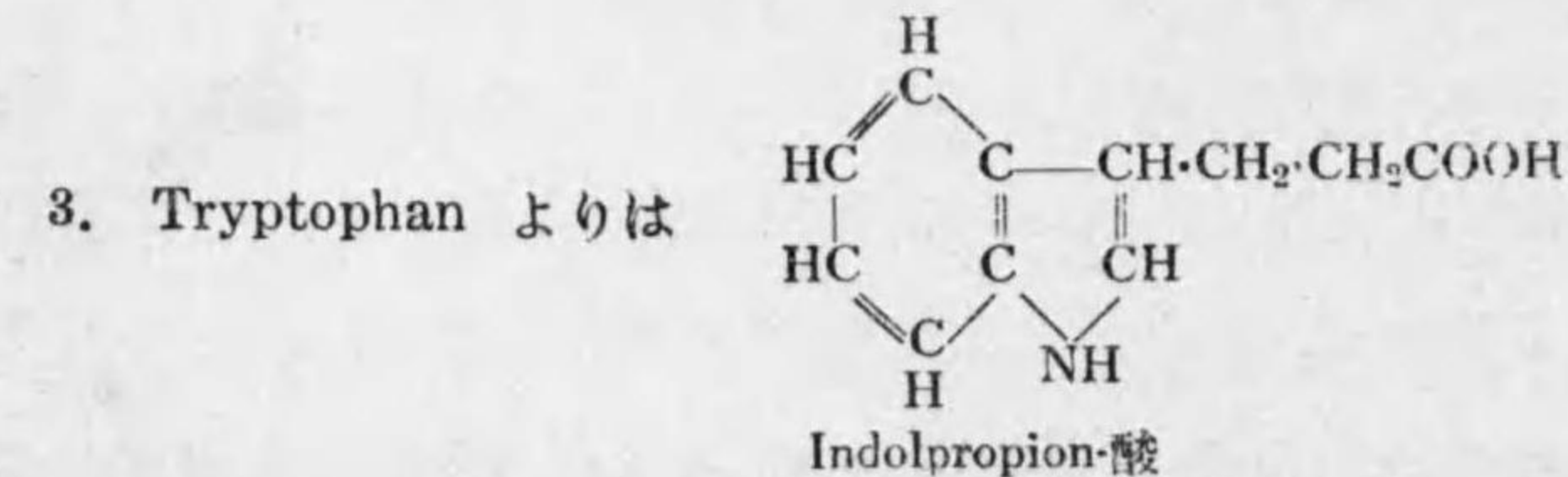
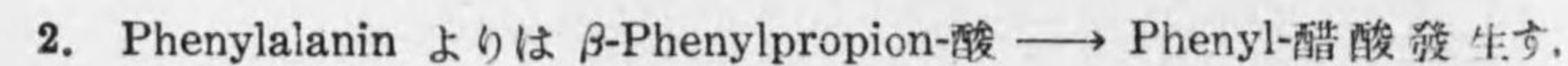
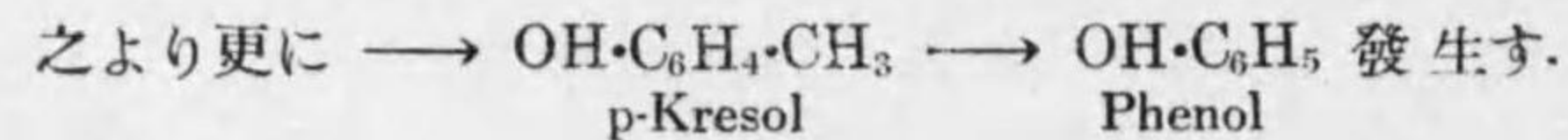
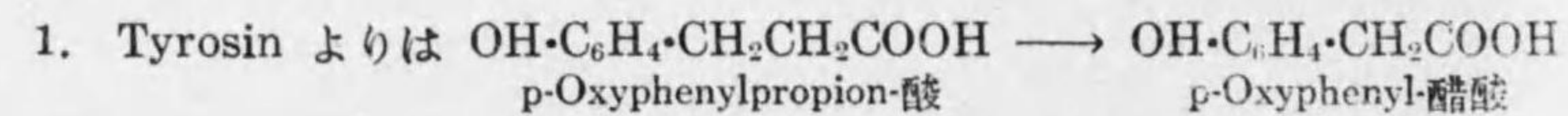
Tyramin の吸収によるものなるべし。即ち是等の作用は副腎の分泌物 Adrenalin と等しく交感神経刺激時と同様の結果を呈するなり。久しきに互れば腎臓及び血管に障害を招来すべし。Tryptamin にも同様の作用あり。

Diamin (Putrescin 及び Cadaverin) は他の Amin に比し毒性小なり。Monoamin と異なり血管内に注射せらるる時は血圧を降下す。Cystin-尿症及 Cholera の際尿中に出づ。

Histamin は又麥角 (*Claviceps purpurea*) 中に含有せらる。上掲の他の Amin 類とこきなり Histamin を血管内に注射すれば毛細管の弛緩起り血圧降下す。此時肺、心、腎の血管収縮し、稍多量にては氣管小枝は痙攣性の収縮を起す。(海猿にては 0.5 mg の Histamin にて數分間に窒息して死す)。又子宮筋其他(胃、腸、瞳孔収縮筋)等を収縮す。血液は毛細管壁の透過性亢進に伴ひ其水分を失ひて濃厚となる。

此等鹽基性腐敗産物は殊に有害にして多量に發生し吸収せらるる時は眩暈、嘔吐、頭痛、血圧上昇等の徴候を呈するこきあり、所謂自家中毒之なり、之か爲一部の營養論者は盛に肉食の不可なるこきを唱ふ。

Amino-酸より腐敗菌の作用にて Amino-基脱により發生する脂酸誘導體が好氣菌の爲に酸化を蒙むれば炭素鎖短縮し簡單なる化合物に變ず。即ち



此の内 Indol は Scatol より遙かに有害にして頭痛及び焦燥の原因たるこきあり。

腐敗の際發生したる物質が吸収せらるる時其一小部分(例へば脂酸)は養素として用ゐらるるも芳香族例へば Phenol, Kresol, Indol, Scatol 等は人體に有害なるを以て體内に於て一定の化學變化を受けて無害の化合物となり尿中に排泄せらる。その多くは硫酸又は Glycuron-酸と化合して存在す。腐敗産物の他の一部は吸収せらるるこきなくその糞中に排泄せらる。大腸内に於て腐敗作用の結果有害なる分解物發生するに拘はらず人體に害を及ぼさざるは腐敗作用が一定の度を越えざるに基因するものなり。これ一方には大腸に於て頻りに吸収作用行はれ腐敗を受くべき物質減少し又水分を失ふこき多くして細菌の發育に適せざるこき同時に、他方には糖質醱酵の結果生じたる酸の爲めにその内容物酸性に變じ細菌の作用を弱むるによる爲めなるべし。尙細菌によりては糖質充分に存する間は主として之に其 Energi を仰ぎ蛋白質を餘り分解せざるものも多し故に乳糖等腸の上部にて消化せらるるこき比較的困難にして腸の下部に到達し其處に於て細菌の爲めに醱酵を受くるものは腸内蛋白質腐敗を減少せしむるこきを得。

牛肉及び卵蛋白質は還元作用を惹起すること大に、乾酪素は其力最も弱はく、植物性蛋白質は其中間にあり。澱粉、蔗糖、葡萄糖、果糖、麥芽糖等容易



く吸収せらるるものは還元抑止の効少なきも糊精及び乳糖には其作用大なり、脂肪は何等の影響を呈せず。牛乳は單純に又は他の食物と共に攝取する時常に還元を阻止する能を有す。果物及び蔬菜にも一定の還元抑止の力あり (Bergeim<sup>1)</sup>。Kefir 及 Yoghurt 等乳汁醱酵物は蛋白質腐敗を抑制するに有效なりとて盛に宣傳せら居れり。Metschnikoff は Yoghurt は大腸内腐敗を減少せしむると、Yoghurt を常用する Bulgaria 地方に高齢者多きとより Yoghurt を長壽の薬として愛用したりと雖も直接の信用あるに非ず。

これを要するに蛋白質腐敗は人體に對して毫も有益なるものにあらず、その一定度を超ゆる時は反て害を來たすものとす、これに反し次に述ぶる所の植物纖維素の醱酵は人體にも有益なり。

**植物纖維素の醱酵** 植物性纖維素に圍繞せられたる養素は胃、小腸等に於て酵素の作用を受くること難く、大腸に於て醱酵作用に遇ひ植物纖維素の被包を脱するに及んで始めて酵素の作用に與かるものなるにより、植物纖維素の醱酵は植物性食物の消化上要用なる作用たるを失はず。往時はこの醱酵は植物に存する纖維酵素の如きものにて行はるるを考へこれに相當する酵素を腸粘膜に求めんと試みたりしも常に失敗に終れり。要するに纖維素は細菌によりてのみ分解せらるるものにしてこれに二様の醱酵あり。一は沼氣醱酵にして他は水素醱酵なり。前者にありては少量の炭酸及び沼氣の外に多量の揮發性脂酸(醋酸、異性酪酸等)を生じ、後者にありては水素及び炭酸以外に醋酸、異性酪酸及び痕跡の Valerian-酸を生ず、これら二種の醱酵は概ね共に行はるるもその主なるものは沼氣醱酵なりとす。

醱酵産物中水素及び沼氣の如く無益にして單に肛門より排泄せらるるものありと雖も同時に有益なる物質も亦稍多量に生成せらる、細菌は植物纖維素を分解して先づ葡萄糖をなし(一部はその儘吸収せらるべし)更にこれより乳酸、酪酸等を發生す、これらは體内に吸収せられて Energi の源

<sup>1</sup> Bergeim: J. of biol. chem. 62, 49 [1924]

泉たることを得べし、食草動物は食餌中の植物纖維素の約 50—80 % を利用するを得、人間にては食草動物の如く植物纖維素を利用すること大ならずと雖も軟き蔬菜及び五炭多糖類等は 25 % 以上も之を消化することを得。

鶏を全く無菌的に飼養する時はその發育著しく阻害せられ體重は漸次減少し遂に鶏は一ヶ月を出でずして斃る、然れども若しその中途に於て細菌を含有する鶏糞若くは鶏の腸中に常任する大腸菌を與ふる時は暫時にしてその體重増加し發育常に復す、これ穀粒の植物纖維素破碎して養素の消化に便ならしむるのみならず、臨時に體外より入り來れる有害の細菌を殲滅する作用を有するならむ。

**腸瓦斯** 腸内に存在する瓦斯は腸内に於て腐敗及び醱酵作用によりて發生したる瓦斯を食物と共に嚥下したる空氣の殘餘よりなる。その主なる成分は炭酸、水素及び窒素にしてその他食草動物にありては多量の沼氣を含む。その外に少量の硫化水素、Methylmercaptan を含有し、酸素は殆んぞ全くこれを缺く、沼氣は植物纖維素の沼氣醱酵の際に發生し、又蛋白質の腐敗によりても生ず。炭酸は糖質の醱酵、炭酸鹽の分解、蛋白質腐敗の爲めに生ず、水素は蛋白質腐敗、植物纖維素の水素醱酵、酪酸醱酵によりて生じ、硫化水素及び Methylmercaptan の發生は蛋白質の分解による、獨り窒素は嚥下したる空氣の殘留せしものなり。以上述ぶるが如く腸瓦斯は主として醱酵及び腐敗によりて生ずるものなるによりその組成は食物の種類によりて差異を呈す。次に例を擧げてその概略を示さむ。

		牛 乳	牛 肉	菜 食
炭	酸	9.9%	13.6%	34.0%
沼	氣	—	37.4	44.5
水	素	54.2	3.3	2.3
窒	素	36.7	45.9	19.1

## 第五章 吸 收

既に上章に記述したるが如く食物は消化管の各部に於て種々の消化酵



素の作用により分解せられて一糖類、脂酸、Glycerin 及び Amino-酸の混合物に變ず。而してこれらの分解産物が消化管を通じて遞次運輸せらるる間に消化管壁の細胞は一定の物質を攝取す、この現象を吸収作用と稱す。

消化管より各種の物質が吸収せらるる量は消化管の各部により各差あり其主なる要因は 1. 被覆上皮の性状、2. 吸収表面の面積、3. 食物が吸収面と接觸する時間、4. 消化物の量、等なり。今消化管各部の吸収能力を考ふるに

**口腔及食道** 口腔、咽頭及び食道の上皮は比較的厚く、且是等の處には糖質消化の度少なく、脂質及び蛋白質は未だ水解を蒙り居らず。又食物の停滯するこゝなきを以て養素は殆んど全く吸収せられず、然れども或種の藥劑は透過力強き爲め舌及び口腔粘膜を通じ吸収せらる。

**胃** 胃に於ても吸収小なり、水は殆んど吸収せられず。Alcohol は吸収せらるるこゝ易く其他少量の糖、Amino-酸並びに他の有機物も吸収せらるこゝいふ。

**小腸** 小腸は最もよく吸収に適する部なり、こゝに空腸及び十二指腸の下部に於て然り、之れ小腸の表面は約半平方mに過ぎざるも多數の指様突起により其真正吸収面は約10平方mに達するこゝ、且つ食物は胃より腸に入りてより吸収を了せらるる迄約4—6時間の久しきに互り此處に止まるを以て吸収に最も良好なる要因完備せる爲なり。

**大腸** に於ては主として水分を吸収してその内容物を濃厚ならしめ以て糞の生成に資するに過ぎず。

吸収作用は特殊の機構を有する上皮細胞膜を隔てて濾過作用、彌散作用及び滲透作用により營まる。

### 第一節 水分及び鹽類の吸収

水分の主として吸収せらるる場所は小腸にして胃に於て殆んど吸収せらる

るこゝなき。食物の大腸に達する時期に至りてその中に含まるる水分は他の成分と共に甚しく減少す。水分の吸収に際し胸管内に於ける淋巴の分量は特に大なる影響を受けず、これ蓋し吸収せられて淋巴腔及び小淋巴管に集まりたる水分は直ちに循環速なる血管内に移行するに因るものならむ。種々の鹽類の水溶液も亦小腸に於て吸収せらる。然れどもその吸収に難易あり、腸粘膜を透過し得る鹽の溶液は吸収せられ然らざるものは鹽分のみならずその水分も亦吸収せらるるこゝなき。この事實は Starling に従て次の如く考ふるこゝを得。先づ説明を簡單ならしめんが爲め粘膜の内外ともに同じ溶質 A を同じ濃度に含有し、内側には尙その外に該膜を透過せざる B なる物質の一定量を有するものと假定せむ。然る時は B の存在により内側の滲透壓高きを以て水分は膜を通じて外側より内側に赴き滲透壓を平均せしめんす。然れどもこれが爲め外側に於ける A の濃度は内側に於ける A の濃度よりも大なる、故に若し A が膜を通過し得るものなる時は A は膜を通じ内側に向て彌散し兩側に於ける A の濃度を均一にす、これと同時に兩側に於ける滲透壓は再び障礙せられ内側に於ては B の存在に基因する分壓に相當し外側よりも大なる滲透壓を有するにより、水分は外側より内側に移るべし、かくの如き現象は絶えず反復せられ終に外側に在りたる鹽溶液は鹽類水分共に内側に移行すべし、これに反し A も亦非透過性物質なるときは初め滲透壓の差により水が外側より内側に赴き兩側に於ける滲透壓が均一となりしのみにして止まるべし。Starling は主として血漿中に存する蛋白質を以て上に述べたる B に相當するものとみなしこれに基因する滲透壓は 30 mm 水銀の壓に過ぎざるもこれを以て優に水及び鹽の吸収を説明するに足れりと稱せり。

諸種の鹽類が腸管より吸収せらるる難易を検するに鹽化物、臭化物、沃化物、蟻酸鹽、醋酸鹽、Propion-酸鹽、酪酸鹽、Valerian-酸鹽、Capron-酸鹽等は吸収せらるるこゝ甚だ容易く硝酸鹽、乳酸鹽、Salicyl-酸鹽、Phthal-



酸鹽等はこれに亞ぐも硫酸鹽、磷酸鹽、Ferrocyan-酸鹽、Capryl-酸鹽、Malon-酸鹽、琥珀酸鹽、林檎酸鹽、枸橼酸鹽、酒石酸鹽等は既に吸収遅緩にして水を保持するに強く爲めに腸蠕動を増進せしめ下劑として作用す、蔞酸鹽及び弗化物は毫も吸収せらるるこみなし。

何故に鹽類が腸粘膜を通過するに難易あるかに就ては根據ある説明を缺く、等しく重金屬鹽にても鐵鹽は十二指腸より吸収せられその上皮細胞中に顆粒となりて出現するに反し、他の重金屬鹽は吸収せられざるを以て見れば鹽類の透過性も亦主として腸細胞の働によりて定めらるるものならむ。又上記諸種鹽類被吸収性とその彌散性との間に何等の關係を認むるこみなし、但し吸収せられ難きものは皆 Calcium を不溶解性の化合物を作るものなれどもこの性狀は單に細胞が鹽類を吸収する機能に影響を與ふる一條件に過ぎずしてこれを以て未だ細胞壁の透過性を説明するこ能はざるなり。

## 第二節 糖類の吸収

食物として攝取せられたる多糖類、二糖類は皆各自に適應する酵素の爲めに分解せられて一糖類となりたる後始めて吸収せらる。Cori<sup>1</sup> が鼠に就て検査したる處によれば諸種一糖の吸収速度は Galactose > 葡萄糖 > 果糖 > 蒟蒻糖 > Xylose > Arabinose (110 : 10) : 43 : 19 : 15 : 9) の順序に遞減す。澱粉、糖原等の如き多糖類は膠質性物質なるを以て直接吸収せらるるこみなきは當然なりと雖も、蔗糖、乳糖等の二糖類は溶解性彌散性共に大なるに拘らずその儘腸より吸収せらるるこみなきは甚だ奇きべき現象なり。これ糖類の吸収も亦全く腸上皮の特殊作用に基くに因るものにして豫め腸の上皮を破壊し置くときは一糖類の吸収も甚しく阻害せらるるを見む。

<sup>1</sup> Cori: J. Biol. Chem. 66, 691 [1925]

Alcohol, Glycerin, 乳酸等糖質に類似したる物質はよく吸収せらる。

糖質の消化せられて一糖類となりたるものは直ちに吸収せられ腸管壁の淋巴腔に入るも滲透壓の差に従ひ毛細管内の血液中に入り漸次悉く循環の盛なる血管中に移るを以て、食物として攝取せられたる糖質は皆門脈を経て体内に入る。これ胸管の淋巴中に於ける糖量は食後と雖も常に一定し門脈血中の糖量は食後著しく増加する所以なり。

故に糖質に富みたる食事の後に於ては門脈血内の糖量著しく増加し約3倍に達す。然れども血液のひとたび肝臓内を通過するやここに於て糖は糖原に變形して沈着せらるるにより肝臓より流出する血液中の糖量は頓に減少すべし。肝臓内に於ける糖原の量は饑餓時に於ては甚だ僅少なりと雖も食後に於ては往々10%に及び18%に達するこも甚しく稀ならず、然かのみならず糖原は少量に肝臓以外体内到る處に存在し筋肉の如きは約0.4%の糖原を含有するこあり。かくの如く体内に吸収せられたる過剰の糖は糖原の状態にて蓄積せらるるも体内に於ける糖原の含量には限りあるを以て糖の供給一定度を超越する時はその餘は脂肪に變じて含蓄せらるるなり、尤もこの際行はるる化學變化は吾人の未だ全く明かにするこ能はざるものなり。

一糖類中葡萄糖、果糖、蒟蒻糖及び Galactose は体内に於て糖原に變化せらるるも他の六炭糖類及び五炭糖類は糖原の生成に與からず。

## 第三節 蛋白質の吸収

蛋白質は消化管内に於て酵素の爲めに Amino-酸に分解せられたる後吸収せらる、尤も生新の卵白の如く比較的消化せらるるこ難き蛋白質を多量に攝取する時は卵蛋白素の一部は其儘吸収せられ悉く尿中に排泄せらる。かく異種の蛋白質は吸収せらるるも体内にて利用せらるるこなく其儘排泄せらるるのみならず、異種の蛋白質は免疫性抗體の發生を促がし過敏性衝擊症を惹起す。然るに是等は平常に見る現象ならざるより考ふる



時は蛋白質の儘吸収せらるることは稀且僅微なるものなるべし、又中間消化産物なる Pepton も一部は吸収せらるべし、雖も Pepton を直接に血液中に注射するときは衝撃症に似たる中毒症候を呈し盡く尿中に排泄せらるるを以てその儘腸より吸収せられて多量に血液中に入ることは頗る疑はし、これに反し、犬、鼠等に胃蛋白酵素、膵蛋白酵素を以て全く分解したる蛋白質又は合成的に製造したる Amino-酸混合物を脂肪及び澱粉と共に與へてこれを完全に飼養せしめ得るを以て見れば蛋白質は盡く Amino-酸に分解せられたる後吸収せらるるものとして考ふるを妨げず。

かくして腸管内に於て發生したる Amino-酸の大分はその儘血管内に吸収せらるるものの如くこれが爲め血液中の Amino-酸量は空腹時の約倍量に達す、これらの Amino-酸は体内各組織に至りて沈着せられ其一部は各自固有の蛋白質生成若くは分泌物生成に用られ他の部は徐々に再び血液中に放出せられ肝又は腎にて Amino-基を分離しその窒素は尿素に變化せられ窒素を含まざる部分は處々の組織に運輸せられて力源となる。

Abel は生體滲散法により血液中より Amino-酸を分離することを得たり、即ち犬の血管より血液を Collodium 管に導きて之を食鹽溶液に對して透析せしめたる後再び血液を犬の血管内に復歸せしめ絶えず Collodium 管内に血液を循環せしむる時は Amino-酸は食鹽溶液内に滲散して他の非透析性の窒素化合物より分離するにより之を取り出すことを得。

吸収せられたる Amino-酸は門脈内に移行す故に胸管を結紮するも吸収作用に何等の影響を及ぼさず尿素の排泄も毫も平時と異なることなし。

各 Amino-酸は腸より吸収せらるる速度等しからず (Wilson 及 Lewis<sup>2</sup>)

Rubner の検査によれば人は一日中に 880 g の肉若くは 960 g の卵中に存する蛋白質を悉く吸収利用し得るも植物性食品にては約 50% の窒素を尿中に排泄す、之れ蛋白質が植物纖維素を被むりて消化液の作用を受くこと困難なるは植物纖維素が食物の腸内に止まる時間を減せしめ且消化

1 Vividiffusion 2 Wilson 及 Lewis: J. Biol. Chem. 84, 511 [1929]

液の分泌を増大せしむることに基因す。

#### 第四節 脂肪の吸収

脂肪は腸内に於て脂肪酵素の爲めに脂酸及び Glycerin に分解せられたる後吸収せらる。

脂酸は滲鹽して溶解し吸収せらるることを考へられたりしも石鹼は pH 9 以下にては存在せず (Jarisch: Bioch. Z. 134, 163, 1922) 且つ腸内容の pH 値は之より遙かに小なるを以て脂酸は殆んど全く遊離の状態にあり、故に斯の如き遊離の脂肪酸は Desoxy-Chol-酸等と結合して Cholein-酸 (Wieland 及 Sorge: Z. f. Physiol. Chem. 97, 1, 1914) を形成し表面張力極めて小なるよく彌散する分子性化合物となりて吸収せらるるものならむ (Verzar 及 Kutliy: Bioch. Z. 205, 369; 210, 265, 281, 1929)。

吸収せられたる脂酸は腸の上皮細胞内にて先づ磷脂質に變じたる後中性脂肪に變ずるものの如し (Sinclair<sup>1</sup>)。かくして生じたる脂肪は先づ微細なる顆粒となりて原形質内に現はれ尋で細胞間隙より絨毛隙に出で絨毛筋の作用によりて中央乳糜管、腸淋巴管を経て胸管に入る此際白血球が脂肪運輸の任に當ること大なるものの如し、脂肪は水に溶解すること極めて僅少ななるを以て血管内に彌散すること能はず、その大部分は淋巴管を経て胸管に集中す、然れども胸管を通過する脂肪は吸収せられたるものの約 60% に過ぎず、その餘の 40% は或は血管中に移行するか或は腸壁の組織内に沈着するか全く不明なりとす。

脂肪吸収の主として行はるる處も亦小腸なり食道及び胃に於ては脂肪の吸収を見ることなく、食物の大腸に移る頃は既にその脂肪の約 95% を失ふ。

人は 100—120 g 以上の脂肪を消化吸収すること不可能なるものの如しといふ。

1 Sinclair: J. Biol. Chem. 82, 117, [1929]



磷脂質は酵素にて水解せられたる後吸収せらる。Cholesterinester も亦大部分水解せられて Cholesterin となり胆汁酸によりて吸収せらる。Sitosterin は吸収せられず Ergosterin は光線照射を受けるものに限り吸収せらる。

#### 尿

尿は食物の消化及吸収せられずして残留する部分、消化液残留物及び剥離消化管壁上皮細胞に属する部分及び腸内細菌の屍體の三種属の物質より構成せらる。

食物を攝取せざる時に於ても尿は常に成せられ、兩端を閉塞したる腸索内にも亦饑餓期尿に似たる物質を認む。是等は何れも主として消化管上皮細胞及び細菌より成る。

消化液の残留物として尿中に存するは主として唾液及び腸液中の酵素及び胆汁色素の誘導體にして唾液澱粉酵素は胃にて又 Pepsin は腸にて破壊せらる。

食物攝取時には角、樹脂、蠟、骨、Elastin、植物纖維素等の不消化分尿中に現はる。食物攝取と同時に消化液分泌量増大し之に因する尿の構成成分も亦増大す。

**尿の色彩**、尿の色彩は胆汁色素に基因し、腸内細菌の爲めに還元せらるるこゝ大なれば Mesobilirubinogen (Stercobilinogen) となりて存し、還元の度弱く又は腸内容の疏通速かなる時は變化せざる Bilirubin を混入す、Chlorophyll 及び血色素等を大量に食物中に含有する時は是等も亦尿の色彩に影響を及ぼす。

**尿の反應** は概して中性に近きも弱鹼性若くは弱酸性なるこゝ少なからず、通常 pH 8.43 と 5.16 との間であり、pH 7—8 なる時は多くは固形を呈し、pH 6—7 なる時は固形なるものゝ液状なるものゝ互に相半ばし、pH 5 以下にては皆液状を呈す。一般に固形尿は鹼性、液状尿は酸性なり (Schaudt<sup>1)</sup>。

<sup>1</sup> Schaudt: Bioch. Z. 165, 136 [1925]

尿の反應は腸内に於ける腐敗作用、醗酵作用の程度如何によりて異なるものの如く若し腸の下部に於て腐敗作用盛に行はれ芳香性産物並に安門性物質多數生成せらるる時は尿は鹼性反應を呈すべく、これに反し若し醗酵盛に行はれ多量の脂酸發生する場合には尿は明かに酸性を帯ぶるに至るべし、食肉時には中性若くは鹼性の尿を生じ糖質を多量に食する時は酸性の尿を出すは全くこれが爲なるべし。尿が特異の悪臭を放つは大腸に於て蛋白質腐敗の爲めに生じたる Skatol の存在によるものにして時として之に低級脂酸の匂を混す。

本邦人尿に於ては乾量約 20—30 g, 窒素量約 2—3 g を普通とす。水分は凡そ 70—85 % を占む。

腸粘膜より Cetylalcohol 分泌せられ此のものは通尿劑として作用するものの如し (Schönheimer 及 Hilgetag: J. Biol. Chem. 105, 73, 1934)。



## 第八編 呼吸作用

細胞は酸化を営む際酸素を消費し炭酸及び水を發生す。此時用ゐらるる酸素は血液中に存する酸素により供給せられ、此血液中の酸素の缺損は肺に於て大氣より補はる。之れと同時に血液は又細胞にて發生したる炭酸を受容して之を肺臓に運輸し之を外氣中に排除す。かくして呼吸瓦斯交換は血液と組織間(内呼吸)及び外氣と血液間(外呼吸)の二段に行はる。外呼吸は殆んど全く肺臓に於て行はれ、常氣温に於ける吾人の皮膚呼吸は全呼吸の1.5%に過ぎず、尤も氣温高く且つ大に發汗する際には屢その倍量若くはそれ以上に上るこゝあり。

## 第一章 血液瓦斯

血液は常成分として酸素、炭酸、窒素の三瓦斯を含む、これら瓦斯は眞空内に於て悉く血液より發散す。37度の血液100 cc. 中に含有せらるる是等瓦斯の量は次の如し。

	酸素	二酸化炭素	窒素
動脈血	18.5	52	1.2
靜脈血	14	56	1.2

是等の量を是等の瓦斯が同温度の水の中に溶存せらるべき量を比較するに此間に差あることを認むべし。即37°の水100 cc. 中に溶存する瓦斯の量は一氣壓下の斯に於ては

酸素	2.4
二酸化炭素	55.0
窒素	1.2

なり。然るに肺氣胞内空氣の組織は酸素15.2容、窒素79.6容、二酸化



炭素 5.2 容なるにより之と接觸する水 100 cc. は

$$\text{酸素} \quad 2.4 \times \frac{15.2}{100} = 0.36 \text{ cc.}$$

$$\text{二酸化炭素} \quad 55 \times \frac{5.2}{100} = 2.86 \text{ cc.}$$

$$\text{窒素} \quad 1.23 \times \frac{79.7}{100} = 0.98 \text{ cc.}$$

の瓦斯を溶存するに過ぎざるべく、又血液と同様な食鹽を含む水溶液は更に瓦斯を溶存するこゝ小なるべし。

かく血液は同温度の水溶液に比し遙かに多量なる酸素及び炭酸を含有するは單に物理的に吸収の法則に従つて溶存する以外に化學的に解離性化合物として含有せらるる爲なり。

### 第一節 血液中に於ける瓦斯の状態

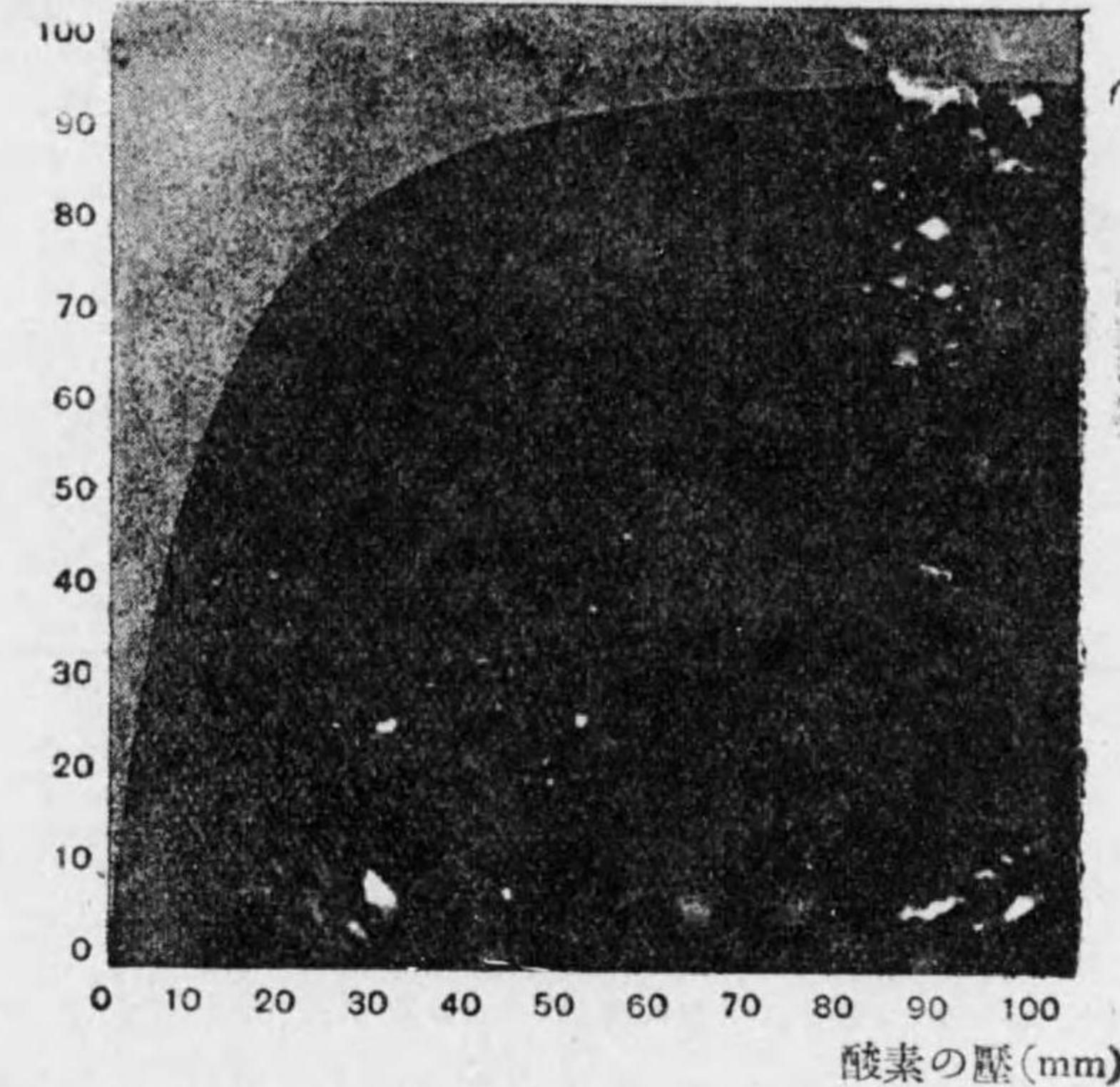
#### 第一項 酸素

上述せるが如く血液が同温度の水溶液に比し極めて大量の酸素を含有するは全く大部分の酸素が血色素と解離性化學物を形成するが爲めなり。故に若し廻轉沈澱器を用ゐて血液を血漿と赤血球とに分離する時は血漿は單に物理的に溶解する量に相當する酸素量を有するに過ぎずして大部分の酸素は赤血球に存するを認むべし。従て血液中の Hemoglobin の含量大なる程酸素の吸収せらるるこゝ亦大なり、Hemoglobin が酸素と結合して酸素-Hemoglobin を形成する時は 1g の Hemoglobin は 1.34 cc. の酸素と結合す。然れども此化合物は解離性を有するを以て之と接觸する酸素の分壓が減少する時は Hemoglobin と結合する酸素の分量も亦減少す。今種々なる酸素の氣壓に於ける酸素-Hemoglobin 及び Hemoglobin の量を擧ぐれば次の如し。

酸素の壓	酸素-Hemoglobin	Hemoglobin
0 mmHg	0%	100%
5	37	63

10	55	45
20	72	28
40	84	16
50	87	13
100	93	7

酸素飽和度(%)



各酸素壓に於ける酸素-Hemoglobin(黒色)と還元 Hemoglobin(灰色)との平衡(Barcroft に據る)

第 10 圖

酸素-Hemoglobin の解離曲線は溶液の含鹽量及び酸度により影響を受くこゝ大なるが故に血液の呈する酸素-Hemoglobin 解離曲線は純粹酸素-Hemoglobin 溶液に於けるものと相違す。之れ恐らく是等の電解物が Hemoglobin の膠質性に變化を及ぼし Hemoglobin が幾分子か集合したるもの生じ酸素の結合力を減少するものならむこゝいふ。

電解質の影響 酸素張力低き際には酸素-Hemoglobin の解離は鹽類の存在にて著しく増進せらる。例へば温度 38°, 酸素張力 10 mmHg なる時は鹽類含有 Hemoglobin 溶液の飽和度は純粹 Hemoglobin 溶液に於けるよりも半減す。此影響は酸素張力大なる時には出現せず。酸素張力が 100



mmHg の際には Hemoglobin と酸素との化合力は寧ろ増大す、故に血液中に於ける鹽類の存在は血液が肺臓に於て酸素を受納し、組織に於て酸素を放出するに利あり。

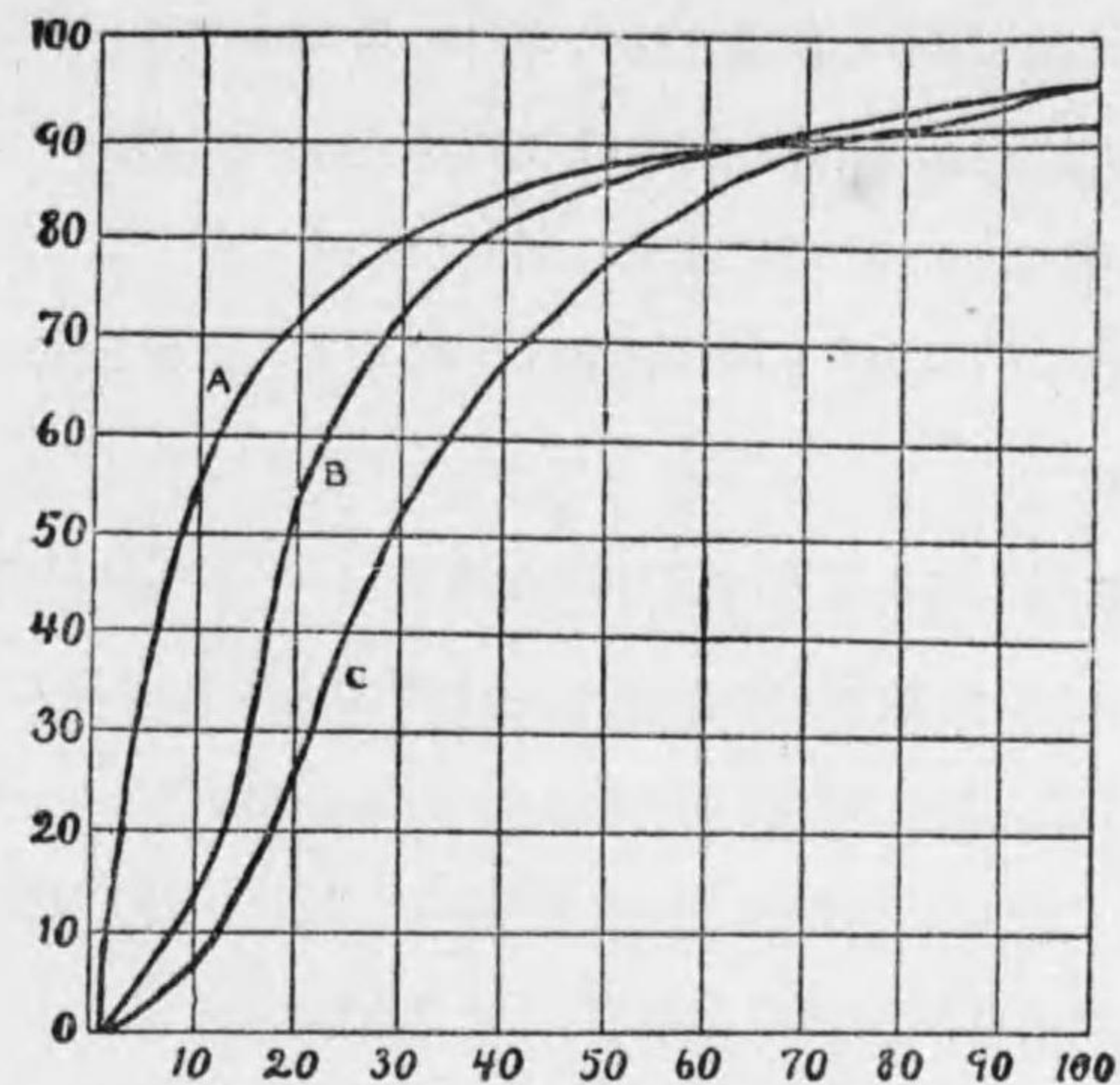
**炭酸瓦斯の影響** 血液が炭酸瓦斯を含有するこ大なれば其酸性度増大し従つて酸素-Hemoglobin の解離を促進す、此影響も亦酸素張力が小なる時に明かにして、肺臓に於ける酸素-Hemoglobin の生成には何等阻止を與へざるも組織に於ける酸素-Hemoglobin の解離を大にし組織に對する酸素の供給を容易ならしむるに利あり。

炭酸以外の酸例へば乳酸の如きも炭酸に類似せる作用を有す云ふ。

人血内 Hemoglobin の酸素抱合度に對する酸素及び二酸化炭素の張力の影響

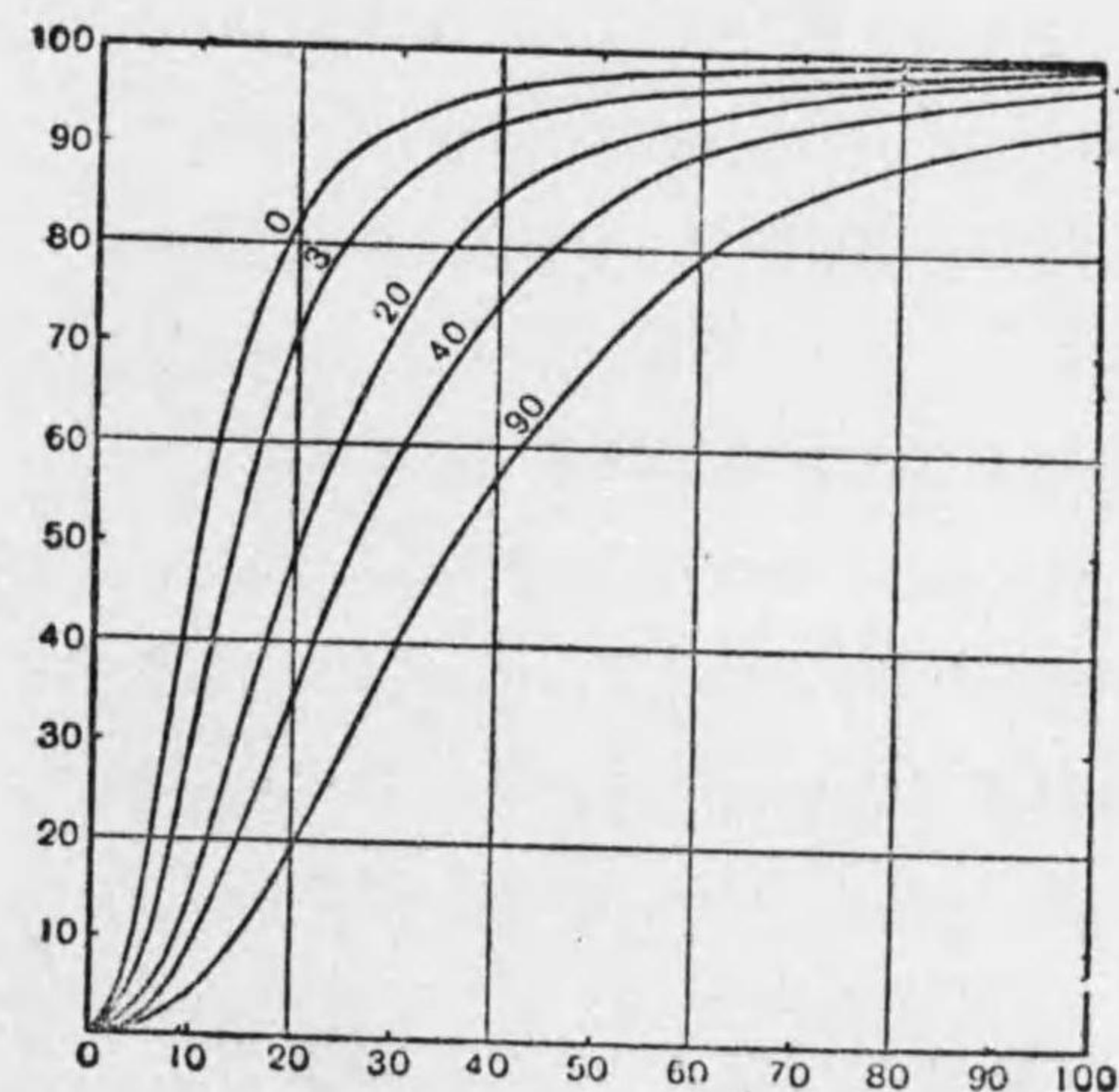
O <sub>2</sub> 張力	物理的酸素溶存量	酸素抱合度			
		CO <sub>2</sub> =3mm	=20mm	=40mm	=80mm
0	0.00	0	0	0	0
5	0.012	13.5	6.8	5.5	3.6
10	0.025	38.0	19.5	15.0	8.6
20	0.05	77.6	50.0	39.0	26.0
30	0.075	92.0	72.2	60.6	49.8
40	0.100	96.7	87.0	76.0	63.5
50	0.125	98.5	93.3	85.5	76.9
60	0.150	100.0	96.3	90.5	85.0
70	0.175	100.0	98.0	94.0	90.3
80	0.200	100.0	99+	96.0	93.7
90	0.225	100.0	100	97.5	95.7
100	0.25	100.0	100	98.6	97.1
760	1.90	100.0	100	100.0	100.0

**温度の影響** 酸素-Hemoglobin の解離は酸素の壓不變なる時は温度上るに従ひ増大す。即 100 mmHg の張力を有する酸素と平衡状態にある血液は 38° に於て 93% の飽和度、25° に於て 98% の飽和度を有し；10 mmHg の張力下にては 38° に於て 56%、25° に於て 88% の飽和度を有す。之より明なるが如く肺及び組織に於ける酸素張力の差により利用し得らるる酸素の



A—Hb 溶液  
B—20mm CO<sub>2</sub> 壓下の Hb 溶液  
C—40mm CO<sub>2</sub> 壓下の血液

第 11 圖



各 CO<sub>2</sub> 壓下の人血解離曲線 (Barcroft に據る)

第 12 圖

量は高温時に於て低温度よりも遙かに大なり。之れ恒温動物の方冷温動物よりも有利なる點の一なるべし。

第二項 炭酸

100 cc. の水は體温及び組織内に於ける炭酸の壓(60—75 mmHg)の下には



僅かに 5 cc. の炭酸瓦斯を溶解するに過ぎざれども静脈血 100 cc. は約 56 cc. の炭酸を溶存す、これ炭酸瓦斯は血液中に物理的に溶解し居るのみならず尚血漿及び血球内成分と化学的に結合し居るが爲めにしてこの炭酸は一は重炭酸曹達として存し、他は Hemoglobin と結合したる状態に於て存在するものの如し。

血液の炭酸運輸能に對しても重要な作用を有するものは Hemoglobin なり、之れ Hemoglobin と酸素-Hemoglobin とは酸としての強さを異にし pH 7.25 に於て  $\text{HbO}_2$  は 2 當量の滴と結合し  $\text{K}_2\text{HbO}_2$  の状態にあるも、組織の處にて酸素を失ひて Hb となる時は酸性度減少し同じ pH に於て約 1.3 當量の滴を結合するに過ぎず、即ち  $\text{K}_{1.3}\text{H}_{0.7}\text{Hb}$  の状態となり 0.7 mol の滴を遊離し  $\text{KHCO}_3$  に變ぜしむ。之に反し肺臓に至りて再び  $\text{HbO}_2$  となる時は酸性度増大して 0.7 mol の  $\text{KHCO}_3$  を分解し其滴を奪取し之と結合する爲め炭酸を遊離せしむ。

血液中に呼吸せらるる炭酸の量は血液中の酸素の張力大なれば少しく減少するもその度は僅少なり。

### 第三項 酸化炭素、酸化窒素、青化水素

人誤つて酸化炭素、酸化窒素、Cyan-瓦斯等を吸入する時はこれらの瓦斯は血液の中に入りて Hemoglobin と結合す、而してかかる化合物は酸素-Hemoglobin に比しその解離度遙かに少なるを以て Hemoglobin と酸素との結合を妨げ動物は終に酸素不給の爲めに窒息して斃るに至る。

## 第二節 血液に含まるる瓦斯の張力

組織及び肺臓に於ける呼吸の關係を明かにせんとするには血液内に存する瓦斯量の外に尚ほ其張力を知ることを極めて重要なり、これ肺臓對血液、並びに血液對組織間の瓦斯交換には瓦斯の張力が重要な要因なるを以てなり。

瓦斯の張力は液中に存する瓦斯の量以外に尚温度及び酸性度によりて異なる。之れ遊離溶存する瓦斯及び解離性化合物として存在する瓦斯は共に温度の上昇に従ひその張力を増大し、又解離性化合物の解離度は活躍性酸度  $[\text{H}^+]$  により變化するを以てなり。

Krogh は微量氣體張力計を考案して動脈血若くは静脈血内の瓦斯張力を測定したり、之れ瓦斯が之を溶存する液體に接觸する際には瓦斯相に於ける瓦斯の張力と液相に於ける瓦斯の張力との間には常に一定の平衡維持せらるるを以て其際の瓦斯相内に於ける瓦斯の張力を測定する時は液相中に於ける張力を知ることを得るが爲なり、Krogh は直徑約 2 mm の小なる空氣泡の周圍に迅速に動脈血若くは静脈血を環流せしめたり、該氣泡は容積 0.004 cc、表面積約 0.125 平方 cm にして表面：容積の比約 30 なるを以て氣泡と周圍液との間の張力の平衡極めて迅速に行はるるが故に平衡成立後の氣泡を繊細に目盛せられたる毛管内に移して其容積を測定したる後、稀薄なる苛性曹達にて處理して  $\text{CO}_2$  を吸収せしめ、又滴性 Pyrogallol 液に酸素を吸収せしめ、此等の處置によりて減少したる容積より氣泡内に於ける此等瓦斯の量を知り之より氣泡内に於ける瓦斯の張力を算出することを得。

かくの如き方法を用ゐて血液の中に於ける瓦斯の張力を測定するに動脈血内に於ける酸素の張力は 84—100 mm 水銀壓、静脈血に於けるものは約 30—60 mm 水銀壓にして動脈血内炭酸の張力は約 40 mmHg、静脈血に於けるものは約 42—46 mm 水銀壓なりと云ふ。

## 第二章 肺臓呼吸

酸素を含むこと少なく、炭酸に富める静脈性血の肺動脈を傳はりて肺臓毛細血管に至るや其數約 7—8 億の肺氣胞 (其表面積約 100 平方 m) 内に在する空氣より盛に酸素を攝取すると同時に又これに炭酸を與へて動脈性



血に變ず、この作用を肺臓呼吸と稱す。

大氣の組成は酸素21% (其分壓は約160) 及び79%の窒素よりなるも氣胞に達する頃は著しく其組成を異にす、之れ吸入せられたる大氣(平常吸入量約500 cc) は直接其儘氣胞を満たすものにあらずして上氣道中に残留する約150 cc.の呼氣を混し且つ37°に相當する水蒸氣にて飽和したる後全氣胞中の空氣(2000—2500) を混合する爲め吸氣後と雖も氣胞内空氣の組成の動搖するこゝは比較的小にして酸素の變動は0.5%, 炭酸の變動は之よりも小なり。

肺氣胞内空氣の組成は酸素14.6, 二酸化炭素5.6%なり。水蒸氣は約50 mmの張力を有し其餘の710 mmの内酸素の分壓は104 mm, 二酸化炭素分壓は40 mmなり。

斯の如き氣胞内空氣が毛細管内血液と接觸する時酸素は104 mmの分壓を有する氣胞内より約30 mmの張力を有する血液内に移行すべく又炭酸の壓差は遙かに小なりと雖も炭酸の彌散速度は酸素に比し約25倍も大なるを以て優に血液氣胞間の炭酸の移行を得しむべし、Kroghの計算によれば氣胞より血液中には1分間に約2.5 lの酸素移行するを得べく又炭酸は僅々1 mmの壓差にて毎分500 ccの移行可能なり。

成人は其體重1 kgに對し1分間に約0.43 g 若くは300 ccの酸素を吸入し0.5 g若くは250 ccの二酸化炭素を排泄し、酸素及び炭酸の容積比は約100:85なり。吸氣は水蒸氣を含有するこゝ僅小なるに反し呼氣は37°にて水蒸氣を以て飽和せられ居るを以て一日中に呼氣により人體より逸出する水量は約450 gに達すべし。

Schneider 及び Clarke<sup>1</sup> の検査によれば飛行機にて大氣の上層に飛趨する際に於ける肺氣胞内の酸素及び炭酸の張力は下の如し。

<sup>1</sup> Schneider: 及 Clarke: Amer. J. Physiol. 76, 453 [1926]

肺氣胞内酸素及炭酸張力

高 度 (feet)	瓦斯張力(五人平均)	
	炭 酸	酸 素
0	40.9	100.5
2000	40.1	97.7
3000	39.4	90.4
4000	35.3	90.5
6000	36.6	78.1
8000	35.7	67.2
10000	35.7	61.4
12000	32.5	58.1
14000	31.0	53.0
15000	29.2	49.8

### 第三章 組織呼吸

酸素に富み炭酸を含むこゝ比較的小なる動脈血がひきたび組織内の毛細管に達するや忽ちにしてその性状を變じ、酸素に乏しく炭酸に富める靜脈血となる。これ血液はここに於て酸化に必要な酸素を組織に與へ、酸化の結果生じたる炭酸をこれより受くるが爲めにしてこの作用を組織呼吸と稱す。

組織に於ては酸化作用絶えず行はれ、爲めに酸素の需要甚だ旺盛にして殆んど遊離の酸素を存せず。これ組織を眞空に置くも毫もこれより酸素を抽出するこゝ能はざる所以にして又體内に注射せられたる色素のこゝに達するや還元せられて褪色する所以なり。かくの如く組織には遊離酸素の存するこゝ甚だ少なく従つて酸素の分壓僅微なるを以て、動脈性血のひきたびこれに接するや、その血漿中に溶在する酸素は壓差によりて忽ち組織内に彌散し、爲めに血漿内に於ける酸素の張力減少するにより赤血球の酸化-Hemoglobinは一部解離して酸素を血漿に與へ更に酸素をして再び組織内に移行するを得しむ。かくの如き現象は組織の酸素需要に應じて絶えず繼



續し、酸素-Hemoglobin は漸次 Hemoglobin に化し血液は終に靜脈性に變ず。組織を辭去する靜脈性血は約 11—16 容量%の酸素を含有し、30—60 mm 水銀の張力を有す。Hemoglobin の飽和度は普通 62—85%なり。

細胞間乃至組織間隙に於ける酸素の張力は細胞の行作度大なるに従ひて減少し、又血液の循行大なるに伴ひて増大す。Campbell<sup>1</sup> が皮下並びに腹腔内に窒素を挿入し一定時經過の後平衡に達したる瓦斯混合物を分析したる處によれば其等の張力下の如し。

	皮下	腹腔
温血獸	20—30 mm (猿は約 40)	30—40 mm (猿は 40 mm)
冷血獸	20—30 (蛙は 50—60)	—

組織に於ては酸化作用の結果として發生する炭酸の張力甚だ大にして、直接にこれを測定するこゝ能はずも胆汁は 51 mm の炭酸張力を有し、腸液は 59 mm, 尿は 67 mm の炭酸張力を有するを以て見れば一般に組織内炭酸分壓は血液内に於けるものより遙かに大なりを考ふるこゝを得べし。故に動脈血のひまたび毛細管に達するや炭酸は張力大なる組織(約 60 mm)より壓の小なる血液内に彌散するは言を俟たずして明なり。靜脈性血は約 55—70 容量%の炭酸を含有す。

Campbell の測定によれば皮下に於て CO<sub>2</sub> の張力は冷血動物にては 14—23 mmHg, 温血動物にては 40—50 mmHg に達し; 又腹腔に於て温血動物にては皮下と同じく 40—50 mmHg なり。冷血動物にては測定を缺く。

各組織 1g が 1 分時間内に費消する酸素量 (cc) は行作の大小によりて異なりを雖も概ね下の如し。

腎臟	0.026—0.06	肺臟	0.015
肝臟	0.024—0.05	心臓	0.010
脾臟	0.03—0.05	骨格筋	{ 休息時 0.004 活躍時 0.02—0.08
顎下腺	{ 休息時 0.027 活躍時 0.089		

<sup>1</sup> Campbell: J. Physiol. 61, 248 [1926]

## 第九編 尿

動物體內諸臓器に於て廢棄せられ若くは燃焼せられたる不要産物は皮膚、肺臟、腎臟及び尿により體外に排除せらる、而して皮膚より主として排泄せらるるは水及び鹽類にして窒素はその中に 1 日約 1g に過ぎず、肺臟は水分及び炭酸の排除を司る。尿は主として食物の不消化分、腸内細菌の死體及び分泌液より由來する物質を保有し且つ腸に排泄せらるる色素、鐵、Calcium, Magnesium, 磷酸鹽等を含む。その内には 1 日約 1—2g の窒素を含有するのみ、これに反し大部分の窒素は常に尿中に排除せらるるを以て尿は特に重要なる排泄物にしてその内に存する窒素化合物の量及種類の變化は體内に於て行はれつつある現象を窺知するに重要なる材料たり。尙窒素化合物以外に尿中には他にも亦甚だ緊要なる成分あり。加之ならず時として異常成分その内に出現し疾病の診斷及び治療上に甚だ参考となるものあり。

尿は腎臟より排泄せらるるも其成分中腎臟に於て生成せらるるものは馬尿酸及び安門のみに過ぎず、他の成分は體内各處にて生成せられ血行により腎臟に輸送せられて尿中に排除せらるるなり。

然れども是等諸成分の血液及び尿中に於ける濃度には大なる差異ありて是等成分の排泄に對し腎臟に於て特殊の機序行はるるこゝを察知せしむ。

尿の生成に關して古來種々の説あり。Ludwig (1844) は糸毬體に於て血液より非膠質性成分濾過せられ是等の溶液が尿細管を通過する際水分呼吸せられ濃縮す説き、Bowman 及 Heidenhain は糸毬體にては水分及鹽類分泌せらるるのみにして有機性成分は腎細管上皮細胞にて分泌せらるる説けり。

Cushny (The Secretion of the, Urine 1917) は水及び非膠質性成分は糸



毬體にて濾過せられ、尿細管を通過する際血漿及び組織に必要なもの(水、葡萄糖、鹽類、Amino-酸、重炭酸曹達等)は再び吸収せらるるに説き是等を有閾性物質と稱せり。之に反し尿素、Kreatinin等は毫も吸収せられず故に是等を無閾性物質と稱したり。

Richard等(Am. J. Physiol. 71, 209, 1924; J. Biol. Chem. 66, 247, 1925; 87, 467, 479, 499, 523, [1930]; 91, 593, [1931]; 101, 179, 193, 223, 239, 255, [1933])は糸毬體濾液を定量し此ものは血漿と等分子濃度、同電解質濃度を有し、尿素、鹽化物、尿酸、磷酸鹽、Kreatinin、葡萄糖等も同一濃度に含有することを知り、水分が尿細管にて吸収せらるるに至り尿が濃縮するを確めたり。但し糖は尿中に殆んど欠き鹽化物は濃縮すること少なし。

血液と尿とに於ける各種成分の濃度を比較するに尿は血漿に比し25倍の尿酸、40倍の安門、60倍の尿素、100倍のKreatinin、30倍の磷酸鹽、60倍の硫酸鹽を含有す。之に反し鹽化物、曹達、Calcium、Magnesium等は血漿と同じく、又糖は殆んど尿中に存せず、Cushnyは尿素の濃縮度より1lの尿の生成するに約67lの尿が糸毬體を通じ濾過せらるるを計算せり。

Borsook及Winegarden(Proc. Nat. Acad. Sci. 17, 3, 13, 1931)の測定によれば血漿と等張の尿を排泄するには腎臓に於て何等の行作を要せず1gの窒素毎に腎臓は70 calを用ふるに過ぎず。然れども實際に於て腎臓の費消するEnergiは窒素1g毎に6—11 Calに當る。故に腎臓の効率は僅に1—2%に過ぎず而かも腎臓疾患時には此作用更に減退す。

## 第一章 尿の一般性狀

### 第一項 排泄量

24時間内に排泄せらるる尿量は平均男子に於て1000—1500 cc、女子に於て900—1200 ccを算す。然れども尿量は種々の原因によりて差異を呈することあり。正常時にても時として400 ccに過ぎず又3000 ccに達すること稀

ならず。この差異は主として攝取したる水分の量及び尿以外より排泄せられたる水量によりて定まるものなり。従て過度の發汗、下痢、嘔吐、高度の熱にて皮膚より水分の蒸散盛なる時には尿量減少し、他方に於て多量飲料の攝取、濕潤なる天候にて皮膚よりの水分の發散防止せられたる時には尿量増大す。病的の場合例へば熱性病若くは腎臓病の際には尿の分量減少し時として尿の排泄全く停止することあり、これに反し種々の糖尿症に於ては尿量甚しく増加し1日10l若くはそれ以上に達することあり。

正常時には一日の中時刻により排泄せらるる尿量を異にす。食後1—2時間に於ては尿の生成増加し、夜間は晝間よりも尿量減少すSimpson<sup>1</sup>によれば之れ恐らく體温の高低に伴ふものの如しといふ、之に反し腎臓病患者にては夜間の方反つて晝間よりも大なること多し。

### 質二項 味

尿はその中に食鹽及び尿素を溶存するを以て鹹味に加ふるに少しく苦味を帶ぶ。糖尿症の如く病的に多量の葡萄糖を含む時はその味甘し。

### 第三項 嗅

尿は一種異様な芳香性の嗅を有す、Urinod  $C_6H_8O$ なる環狀體-Ketonの存在に基因すといふ。又諸種の食物(葱、獨活、韭)若くは藥劑(Bardrian, Castreum, Cuberin)を攝取したる後に排泄せらるる尿は各自特異の臭氣を帶ぶ。

一、二の疾患(例へば膀胱加答兒)に際し尿が不快の臭氣を放つことあり。これ主として尿素その他の有機成分が分解して安門又は硫化水素等を發生するが爲なり。常尿を久しく空氣中に放置する時は尿素菌によりて酸酵し安門様の臭氣を呈す。

### 第四項 色

常尿は通常淡黄色を呈す主としてUrochromなる尿色素に基因す、而

<sup>1</sup> Simpson: J. Biol. Chem. 59, 107 [1924]: 67, 505 [1926]



もこの色彩は尿の濃度により著しき差異を生ず、即ち1日の尿量大なる時はその色淡く、尿量減少するに従ひ漸次色調を高め、遂に褐赤色に至るこゝあり。尿の反応もその色彩に影響を有し、酸性尿は通常その色濃く、鹼性尿は淡し。一般に尿を大氣中に放置する時はその中に含まる色素原は色素に変化するを以て尿色を増加せしむ。常尿はこれを振盪すれば無色の泡沫を生ず。

#### 第五項 清濁

常態に於て新鮮にして酸性なる尿は全く透明なり、然れども少しく之を放置すれば先づ中央に僅微の雲翳を生ず、これ尿道に由来する尿類粘體の析出したるものにしてその内に屢上皮細胞及び尿酸石灰晶を包有す。又尿酸鹽を含有する事大なる時は冷却するに従ひ赤色の沈澱を析出す、これ多くは酸性尿酸加里又は酸性尿酸曹達にして少しく加温せらるる時は再び溶解す。

全く植物性の食物を攝取する時は尿が鹼性反應を呈する爲め土滴類の炭酸鹽又は磷酸鹽を析出して濁濁を生ず、かくの如き沈澱は加熱するも溶解せず、稀鹽酸を加へて酸性となすによりて初めて溶解す。病的に膀胱内にて尿素菌の爲めに安門性醱酵を蒙りて鹼性となりたる時又は排泄後安門性醱酵に陥りたる時は尿は上記炭酸土滴鹽又は磷酸又は磷酸土滴鹽の外に尙尿酸安門及び磷酸-Magnesium-安門の結晶を析出す。

病的尿に於て血液、膿、粘液、乳糜等を含むものは新鮮なる時も既に濁濁を呈す。

#### 第六項 反應

尿の反應は一定せず之れ血液の酸性度を恒定する爲には常に肺臟より二酸化炭素を排泄し、腎臟より過剰の酸性若くは鹼性の物質を排除するを要すればなり。尿中に排泄せらるる鹼性物質は食物中に攝取したる固定滴並びに鹼性代謝産物にして、尿中に排泄せらるる酸性物質は食物中の酸

及び酸性代謝産物(蛋白質よりの硫酸及び磷酸、尿酸並びに Aceton-體)に基因す。尿中に存する強酸及び強鹼は完全に中和せられ居るも弱酸及び弱鹼は一部は遊離、一部は結合の状態にあり。

尿の水素-Ion濃度は主として磷酸により決定せられ、第一次及び第二次性磷酸鹽量の比によりて變ず、鹼性尿にては遊離炭酸及び重炭酸鹽の比によりて定まる。普通人の常尿の pH 値は5と7との間にあり、平均約6.3なり。

肺臟と腎臟との共同作用の結果呼吸を増大すれば尿は鹼性度を増し、夜間の如く呼吸減弱すれば尿は酸性度を増す。

饑餓は尿の pH を降下せしめ饑餓の第二日に於て既に5以下となる、食餌中の蛋白質量を増大する際にも pH 値は小くなる。糖質は影響を與へざるも、菜食は有機酸の鹼鹽土滴鹽を多く含有する爲め鹼性の尿を排泄し磷酸土滴鹽を析出せしむ。

運動に際しては尿の酸性度上昇し後一度鹼性側に翻轉したる後正常値に復す。

食後には尿に所謂潮潮現はる、之れ胃液中に鹽酸を遊離せしむる爲にして鹽酸の分泌不十分なる人士には潮潮を見るこゝなし。

尿の酸度と尿中安門量とは關係を示し酸度低き時は安門量少なく、Lackmus に對し肉食獸の尿は酸性、草食獸の尿は鹼性を呈し人尿は兩性若くは弱酸性を呈す。一日量の尿中に於ける滴定酸度は0.1 N 液の約300—400 cc に相當す、然れども此値は種々の條件により影響を蒙るものなるが故に實用的の意義少なし。夫よりも磷酸量、有機酸量等と分割して測定するを可とす、有機酸量は磷酸及び炭酸を石灰鹽として沈澱せしめたる後 Tropäolin に對して滴定するこゝによりて之を測定するこゝを得(Van Slyke 及び Palmer: J. Biol. Chem. 41, 567 [1920])。

強酸性の物質を多量に攝取する時は之が中和に鹼を要し體の固定滴豫備



量減少し終に安門を新生して固定濾の消滅を防止す。

### 第七項 比重

尿の比重は常態に於ては通常1日平均1.015—1.020の間にあり；然れども尿の比重は尿量に従ひ變化するを以て、或は1.002に下り又は1.040に上るこま少なからず、殊に病的の場合にはその値殆んそ1.001に過ぎず又1.050に達するこまあり。

夜尿は一般に晝尿よりも大なる比重を有す。晝間毎2時間に集めたる尿の比重を検するに其價常に變ず、此際毫も變化なきは病的に屬す。

尿中に含有せらるる固形分の近似値は尿の比重の終りの二數に0.266なる係數(Longの係數)を乗すれば得らるべし。

### 第八項 結氷點及び電導度

常尿の結氷點は約 $-1^{\circ}$ 乃至 $-2.5^{\circ}\text{C}$ の間にあり。電導度は主としてその中に含まるる鹽類の爲めに起り1.5—2%食鹽水に相當す。尤もこれらは尿の濃淡によりて著しく差異を呈するものにして、結氷點の如きは湯茶を鯨飲したる後には殆んそ淡水の結氷點に近づき、發汗甚しかりしこまには約 $-5^{\circ}\text{C}$ に達するこまあり。

## 第二章 有機成分

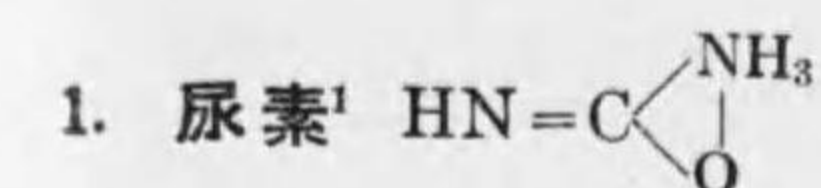
常尿は多數の有機質を含有す、其大部分は蛋白質の代謝終産物なり、異常状態に於ては更に多數の物質を排泄するも其多くは中間代謝産物に屬す。

### 全窒素量

尿の含窒素化合物の總量は蛋白質代謝の大きを指示す、之れ吸收せられたる窒素化合物は殆んそ全く尿中に排泄せられ且つ窒素化合物は少量の含窒素浸出物を除き殆んそ全く蛋白質として攝取せらるるを以てなり。

蛋白質に富める食物を攝取したる時人尿の總窒素量の87%は尿素、0.7

—1.6%は尿酸、2.5—4.5%は Kreatinin、1.8%は Amino-酸に屬す。蛋白質少なき食餌に際しては尿素量は60%に減じ、Kreatininは15%に増量す。



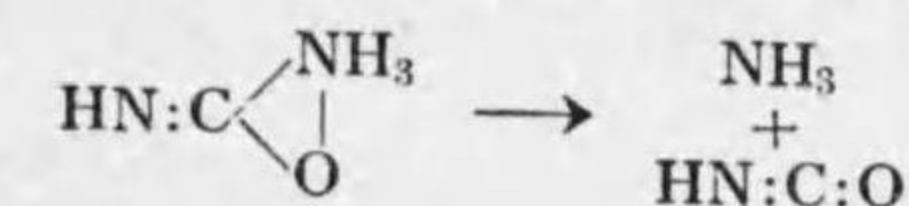
尿素は蛋白質代謝により發生し窒素を含有する終産物中分量に於て第一位を占むる有機化合物にしてその24時間内に尿中に排泄せらるる量は約15—25gなり。食物中の蛋白質量大なる時は尿素窒素は通常尿中總窒素量の約85%を占むるも、蛋白質に乏しき食物を攝取する時は尿素窒素の總窒素量に對する比は60%に過ぎず。その他病的に體內にて過剰の酸類發生したる時には尿素の排泄量著しく減じ、安門として排泄せらるる窒素量大に増大す。

鳥類及び爬蟲類に於ては尿酸に比し尿素の量遙かに小なり。

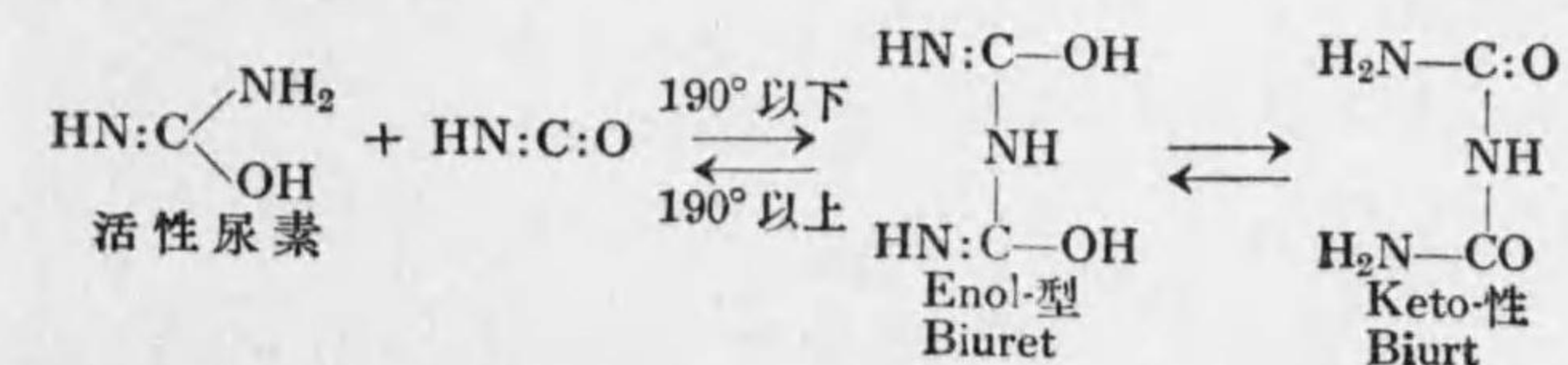
性状 四角稜柱狀無色の結晶にして $132^{\circ}\text{C}$ に於て熔融す。水に容易く溶け Alcoholにもよく溶解するも、無水-Ether, Chloroform, 醋酸-Etherに溶解せず。水溶液は苦味を呈す。

結晶を熔融點以上に熱すれば安門瓦斯を發生して分解して Biuret, Cyanur-酸及び Ammelid 等を化生す。

此の際尿素は加熱により先づ安門及 Cyan-酸に分解し、



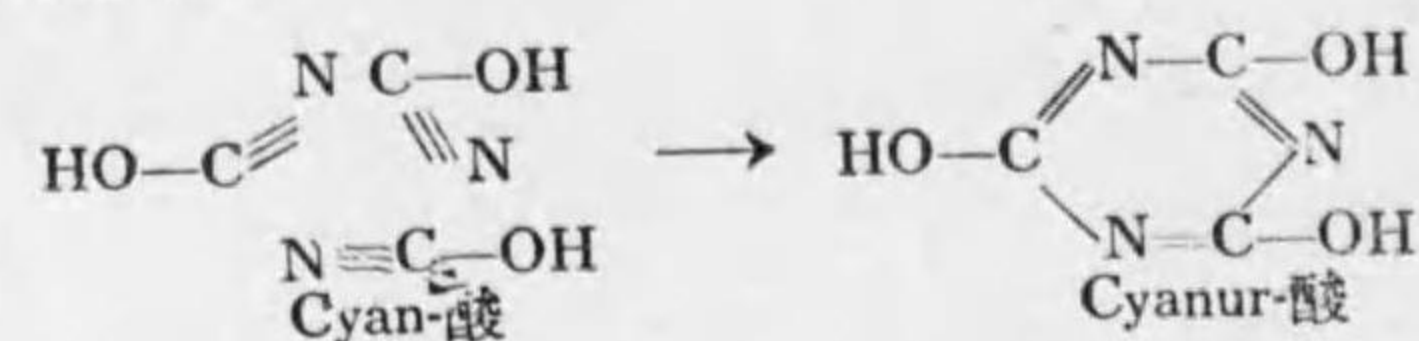
此 Cyan-酸が未だ變化せずして残留する尿素(活性)に作用する時は $190^{\circ}$ を越えざる温度に於ては Biuret を發生す。



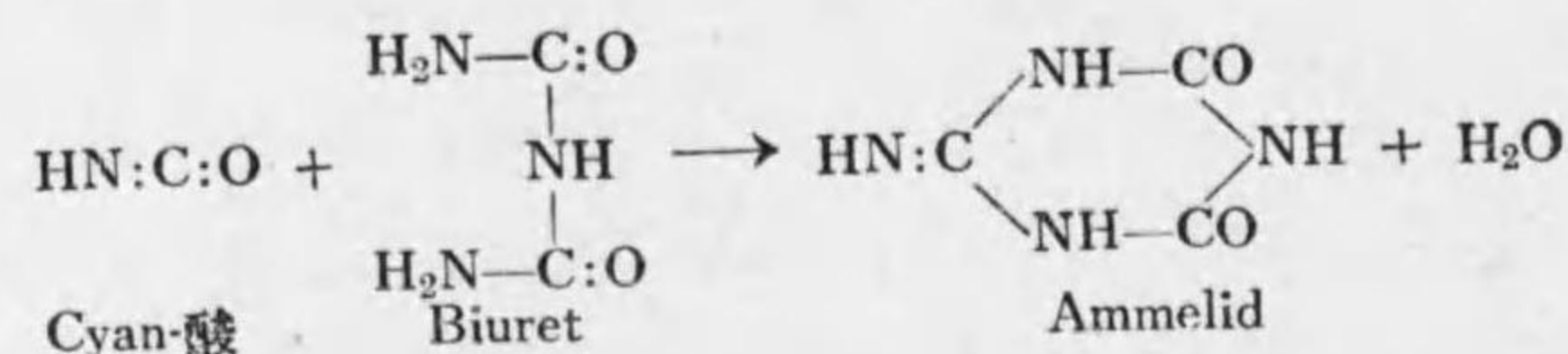
<sup>1</sup> Urea, Harnstoff



高温に於ては Cyan-酸は縮合して Cyanur-酸となる此ものは高温に於て Biuret-よりも遙かに安定なり。



Cyan-酸が Biuret と結合する時は Ammelid を発生す。

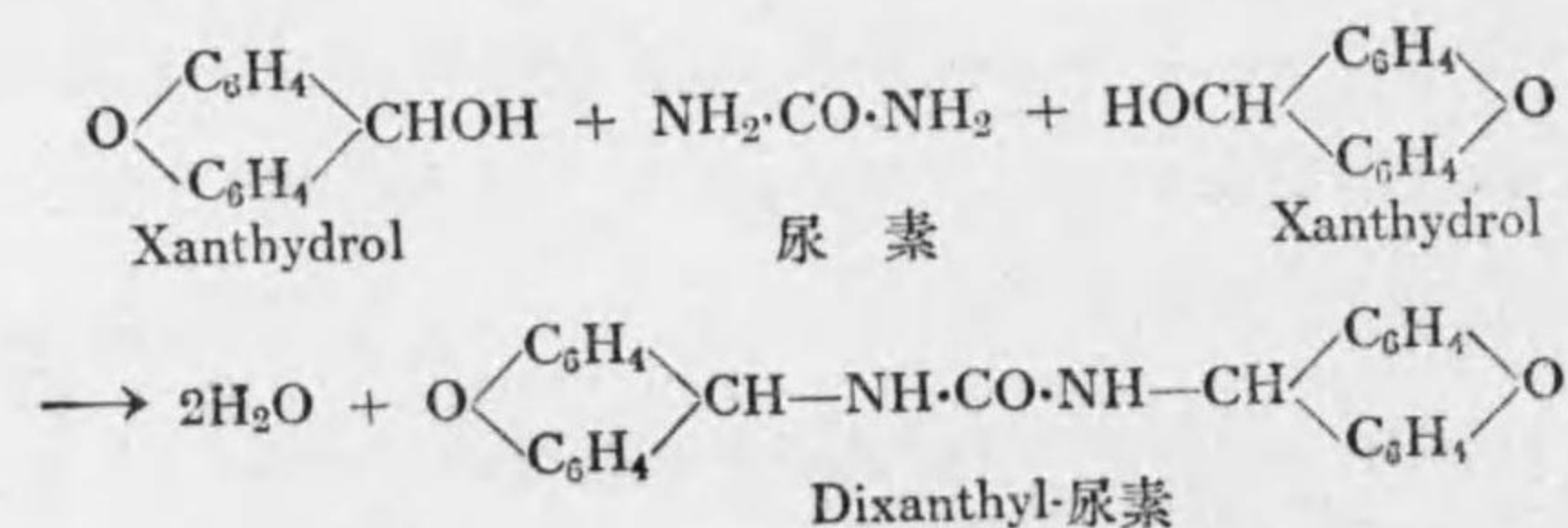


Biuret を 195° 及 198° の間に加熱する時尿素, Cyanur-酸及 Ammelid を形成するは以上の化学變化によりて容易に之を説明することを得べし。

Biuret を水に溶解しこれに硫酸銅及び苛性加里を加ふれば赤紫色を呈す。

尿素は安門の如く酸と結合する性を有す。之れ尿素は中性溶液に於ては  $\text{HN} \text{---} \text{C} \begin{array}{l} \text{NH}_3 \\ \text{O} \end{array}$  の如き環状形を形成するも強酸性溶液にては  $\text{HN} \text{---} \text{C} \begin{array}{l} \text{NH}_2 \\ \text{OH} \end{array}$  の状態にありて一酸性の鹽基として作用するが爲なり。硝酸は硝酸尿素  $\text{C}(\text{NH})(\text{OH})\text{NH}_2 \cdot \text{HNO}_3$  尿酸は尿酸尿素  $[\text{C}(\text{NH})(\text{OH})\text{NH}_2]_2 \cdot \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  を作る。共に斜方又は六邊柱晶若くは板晶にして尿酸尿素は硝酸尿素よりも水に溶解するこゝ少なし。これらは尿素の製出に必要な化合物なり。

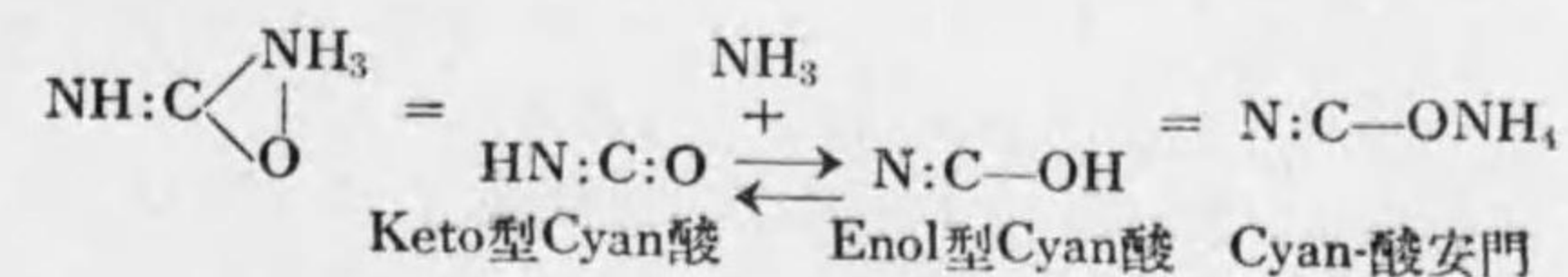
尿素は醋酸酸性 Methylalcohol 溶液に於て Xanthidrol と結合して甚だ不溶解性なる Dixanthyl-尿素を形成す。



此反應は極めて特殊にして Amino-酸及 Peptid に対し何等の作用を呈せず。尿素の検出に用ゐらる。1萬倍稀釋の尿素も15秒にして検出せられ。80萬倍稀釋にても10分にして之を認むるこゝを得べし。

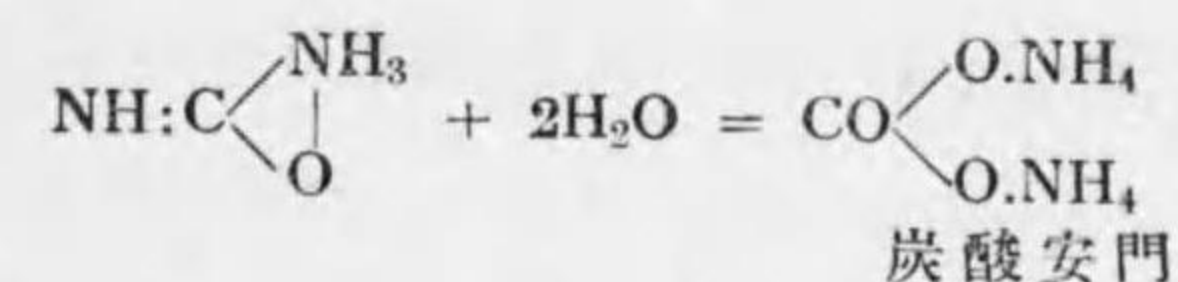
尿素の濃厚なる溶液は凝固蛋白質、澱粉其他の膠質を溶化せしむる性状を有す。恐らく生機上重要な關係を有すべし。

尿素は水溶液の状態に於てその一部を Cyan-酸安門に變じ兩者の間に一定の化学平衡を存す。



故に尿素を水に溶解しこれを煮沸してこの變化を迅速ならしむる時はその溶液中に硝酸銀にて沈澱する Cyan-酸安門の既に存在するこゝを知り得べし。

尿素は水溶液の状態に於て煮沸せらるるも餘り分解するこゝなく1.5時間内に約その5—6%の窒素を安門として分離せしむるに止まるも、若しこれを180°Cに熱するか若くは酸又は鹼を加へて熱すれば、加水分解を受けて炭酸安門に變ず。然れども常温に於ては變化の度微小なるを以て40°C以下の温度にて水酸化-Barium と共に真空内に於て之を濃縮せしむるこゝを得。

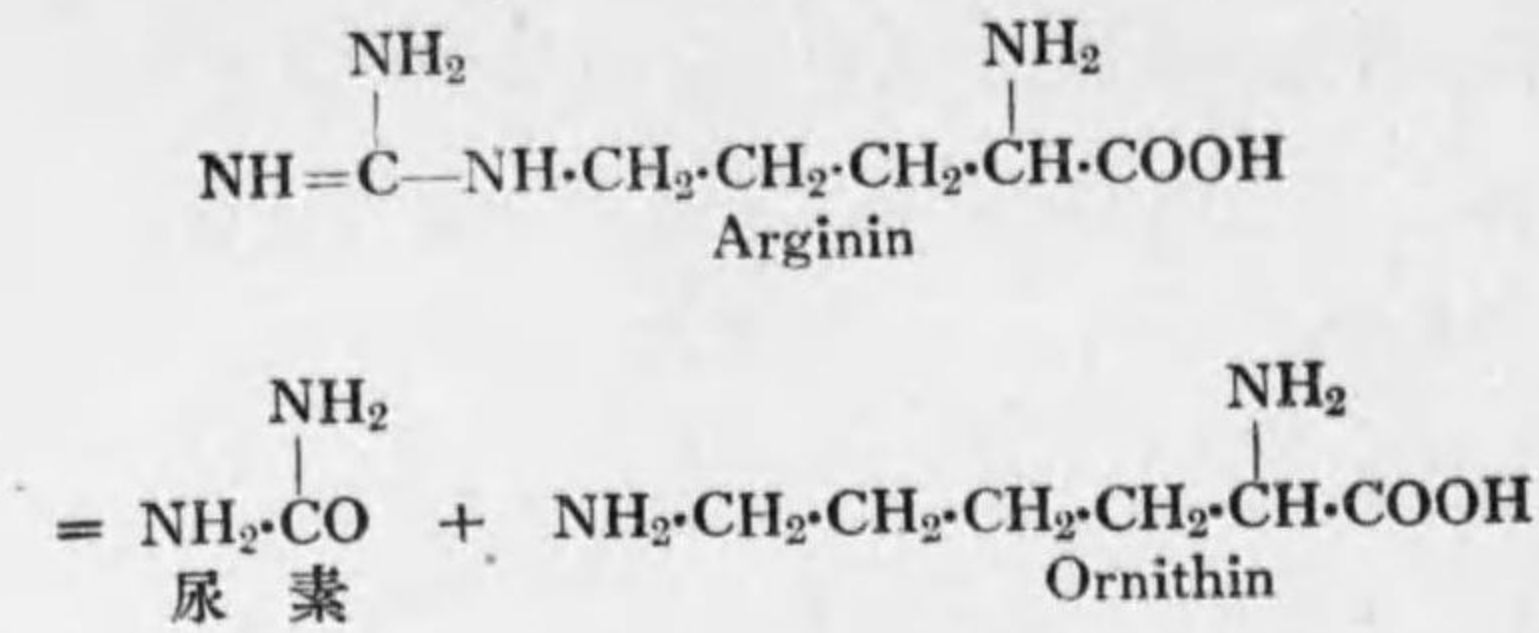


此反應は又植物種子(大豆等)及び細菌中に存在する尿素酵素によりても行はる。故に尿が腐敗する時は安門を發生す。大豆尿素酵素にて分解せらるる際發生したる安門を氣流によりて酸に吸収せしめ中和せられたる酸の量より尿素量を測定するこゝを得。

尿素を醋酸性溶液に於て Phenylhydrazin と共に久しく加熱したる後放冷せしむる時は Phenylsemicabazid ( $\text{NH}_2 \text{---} \text{CO} \text{---} \text{NH} \text{---} \text{NH} \text{---} \text{C}_6\text{H}_5$ ) なる黄色にして斜方板晶をなせる沈澱を得べし。

生成尿中に排泄せらるる尿素の一部は体内に於て蛋白質分解産物たる Arginin が Arginin-酵素の作用を受くるによりて發生す。





然れどもかくの如くして發生する尿素的量は全尿素的の約10%に過ぎず。爾他の大部分は體內に於て合成せらる。

體內に於て尿素生成の場處を尋ぬるに

1. 腎臟は尿素生成の主なる場處にあらず。これ腎臟を除去するも血液中安門の量に増加を認むるこゝなく、又更に血液中に Carbamin-酸安門を注射すれば悉く尿素に變化せらるるを以て明なりきす。この際尿素は腎臟の缺如により排泄口を失ふを以て血液中に滞積す。
2. 肝臟に於て尿素が生成せらるるこゝは確實なり。

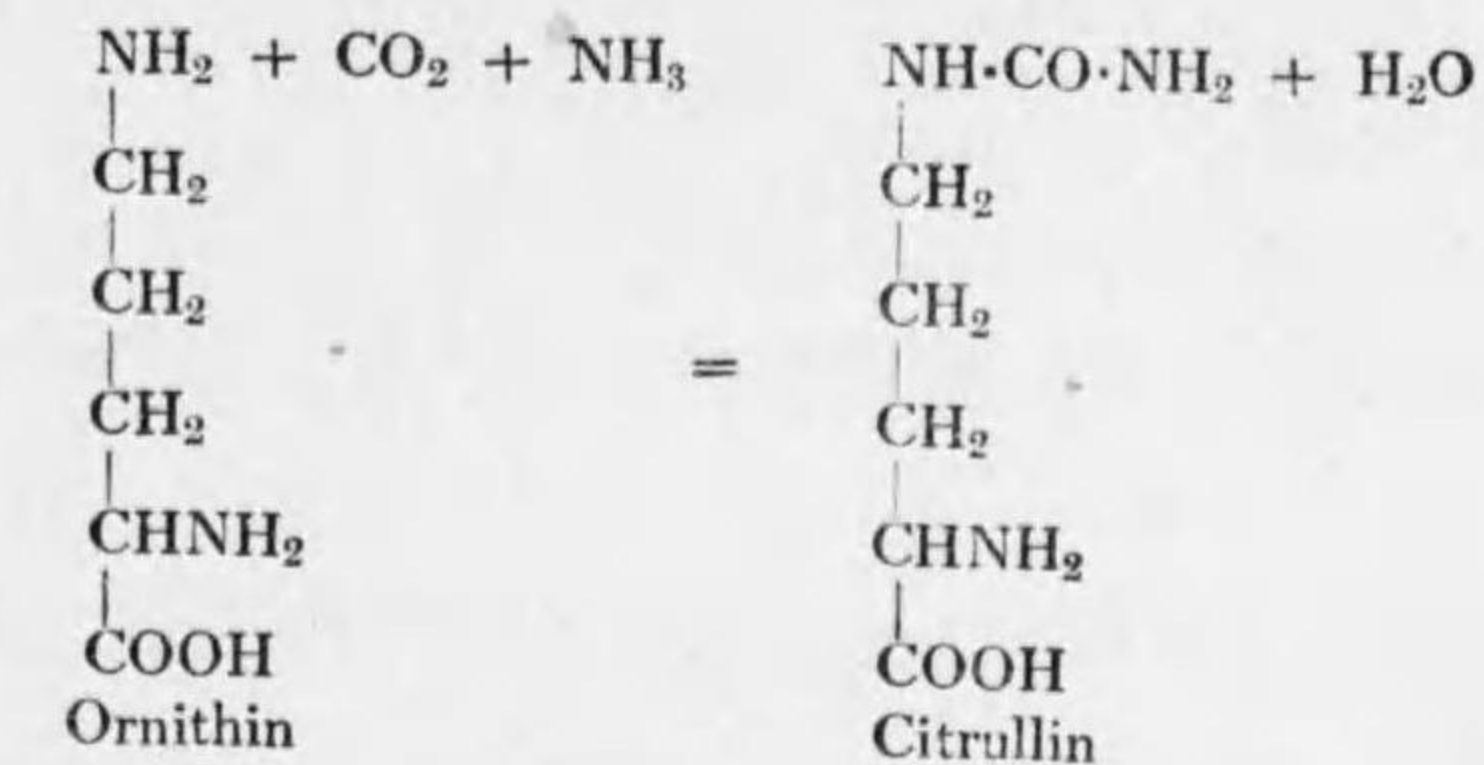
即ち Bollman, Mann 及 Magath (Am. J. Physiol. 69, 371 [1924]) は多數の犬に於て肝臟を除去し一定時間之を生存せしむるこゝに成功し此際其尿中に於ける尿素的の排泄量、血液及組織に於ける尿素的の減少を認めて尿素が肝臟にて生成せらるるを確めたるのみならず、肝臟を同時に兩腎を除去する時は血液内の尿素的量に増減なく、又豫め兩腎を除去せられ排泄口を失ひたる爲め血液内尿素的の増加したる獸に肝臟を除去する時血液内尿素的量は其儘恒定するの事實より肝臟が尿素生成の主なる場所なるこゝを確定したり。

近時 Krebs 及び Henseleit<sup>1</sup> は尿素は主として肝臟に於て Ornithin 及び Arginin-酵素の作用により安門及び二酸化炭素より生成せらるるこゝを明かにしたり。即ち

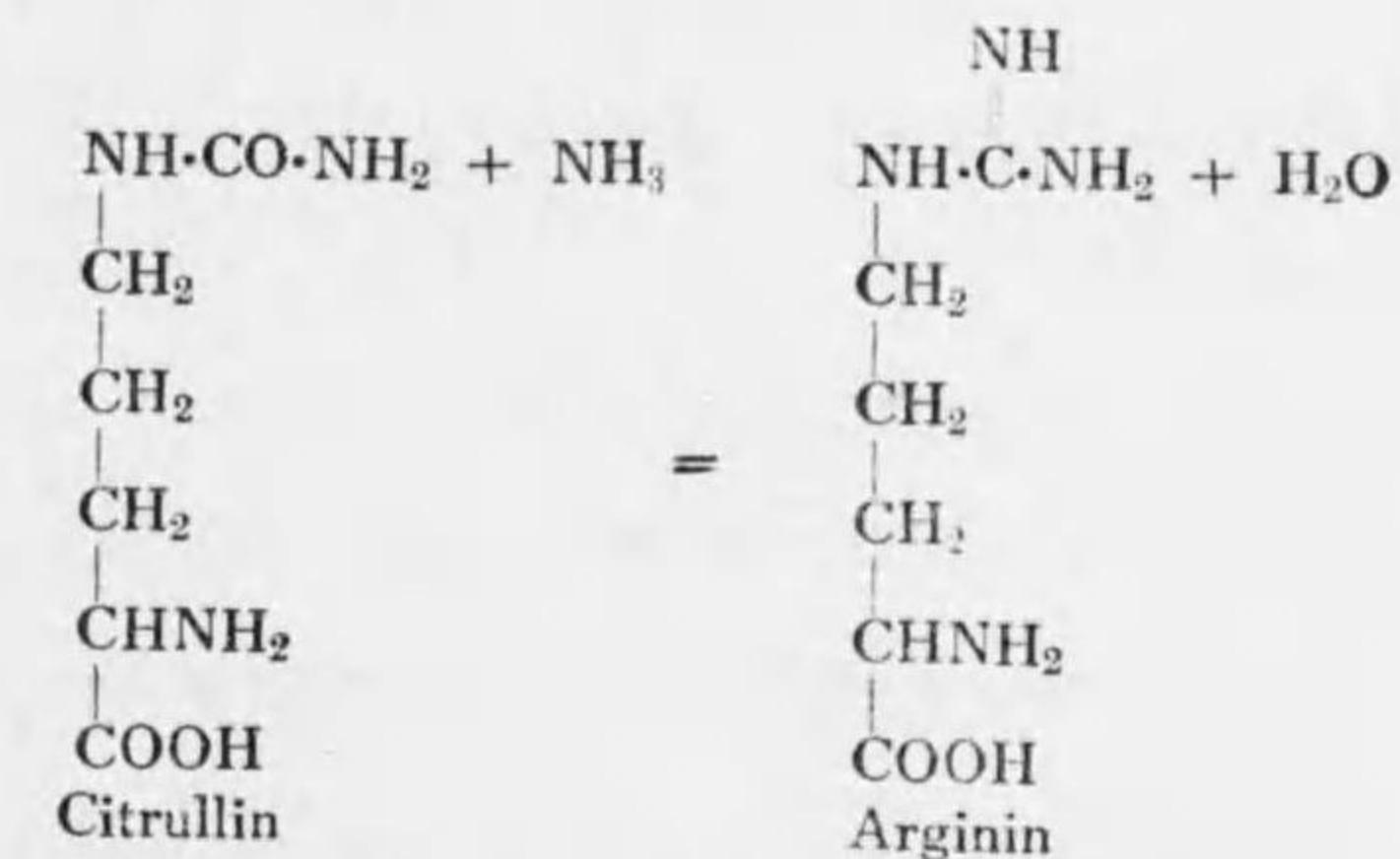
- I. 第一反應に於ては Ornithin の δ-Amino-基に一分子の安門及び一分

<sup>1</sup> Krebs 及 Henseleit: Z. f. physiol. Chem. 210, 33 [1932]

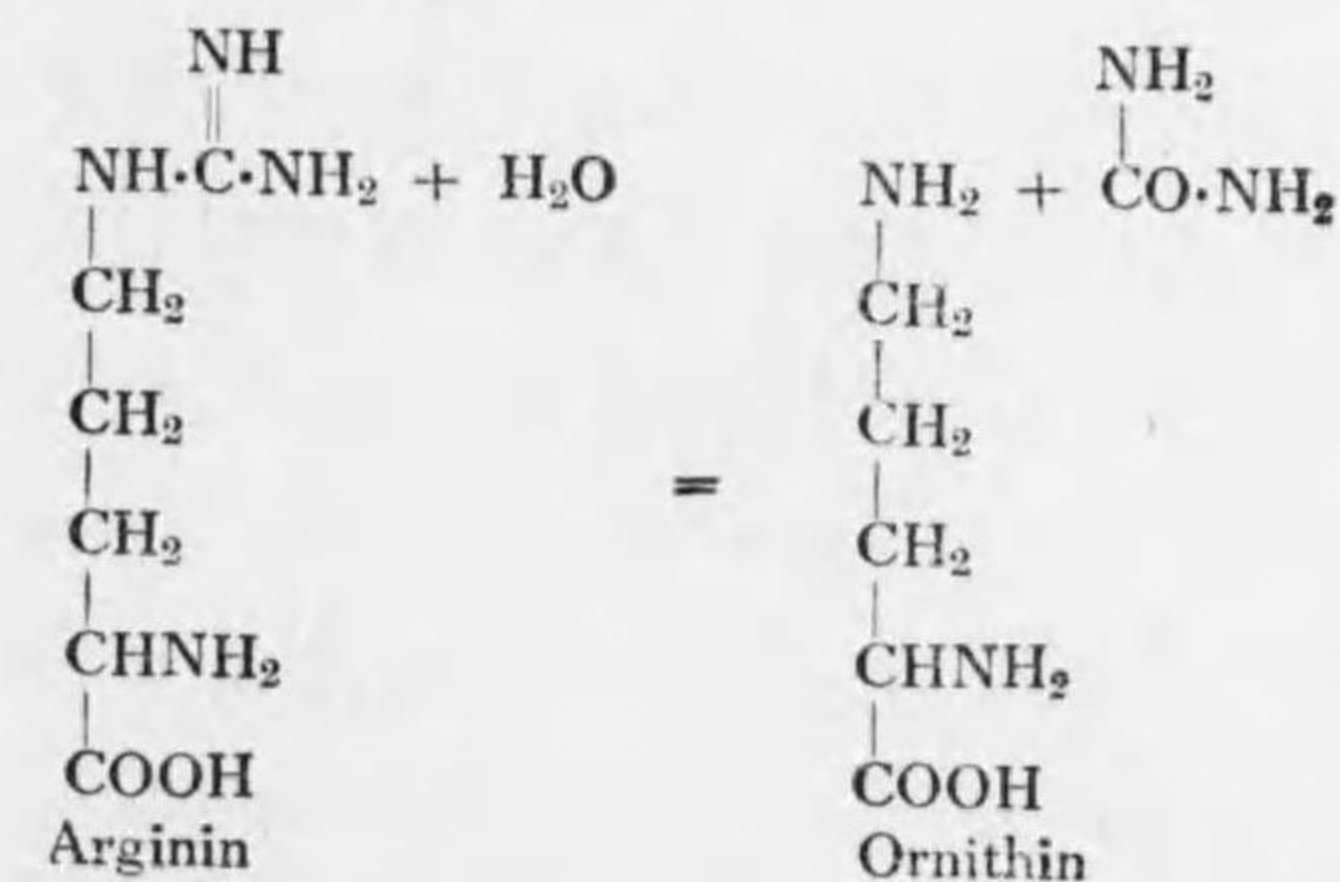
子の二酸化炭素添加して Citrullin を形成す。



- II. 第二反應に於ては Citrullin が更に一分子の安門を結合して Arginin を生成す。



- III. 第三の反應にては Arginin が Arginin-酵素の爲めに水解せられて Ornithin と尿素とに變ず。



此作用は收熱的反應の下に行はれ葡萄糖、果糖、乳酸、焦性葡萄糖等が肝臟組織にて燃焼せらるる際促進せられ、酸化能を失ひたる肝臟には此作用を認めず。鳥類の肝臟は Arginin-酵素を缺如するを以て尿素を生