

蛋白質単一分子層 補遺

堀 場 信 吉

近時X線の検査によつて、特に Meyer 及び Mark ¹⁾ の研究によつて蛋白質の線状構造が明にされて來た。又一方に於て蛋白質が液面に薄膜を作る事、その薄膜が分子単一層である事が本輯田村學士の紹介にあるが如くに論ぜられてゐる。²⁾ 今この蛋白質の単一層に就て最近最詳細に研究せられたものは Hughes 及び Rideal ³⁾ の gliadin に就ての研究であるから此處にその紹介の補遺として Rideal 等の研究の概要を述べる。

Rideal の行つた研究法は周知の Langmuir-Adam の法による薄膜研究法に Rideal の表面ポテンシヤル研究法を合せて用ひたものである。⁴⁾ Rideal によればケラチンの如きものは液面に擴がらない。ゼラチンは液面に擴がるが可溶性膜を作る。然し多數の蛋白質は可なり安定の膜を作る。上述の研究法で Rideal 等の研究した蛋白質はグリアヂン、グルテニン、卵アルブメンであるが其の中グリアヂンに就て特に詳細に研究を行つた。

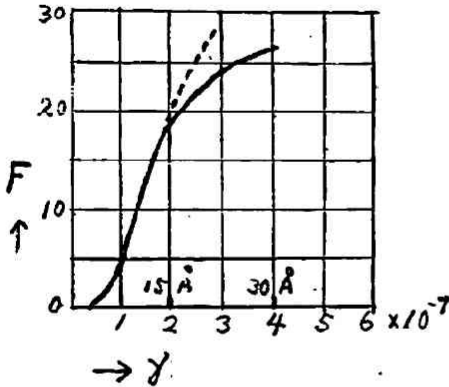
其の實驗の方法は水槽の上に極めて微量のグリアヂン（その重量は Nernst のマイクロバランスで測る）を加へて Adam の方面で表面壓 (F) と液面 1cm^2 のグリアヂンの重量 (γ) との關係を求め一方に於て薄膜による表面ポテンシヤルの變化 (ΔV) と γ との關係を求めた。表面ポテンシヤルの變化は水槽の液に連結せるカロメル電極を一つ極として他は液面上の空氣電極一つの極として其の電壓を測定したものであつて空氣電極としては白金線にボロニウムを被覆したものをを用ひた。本實驗に於ては液面の膜の均一性を検査する目的に此の空氣電極を液面に平

(192)

(堀場信吉) 蛋白質単一分子層捕道

行に動かしめ得る様にした。水槽の液としては蛋白質の加水分解を防止する爲めに純水を用ひず $N/100$ HCl, $N/100$ NaOH, PH 5.9 の磷酸鹽バッファー液を用ひた。

第一圖

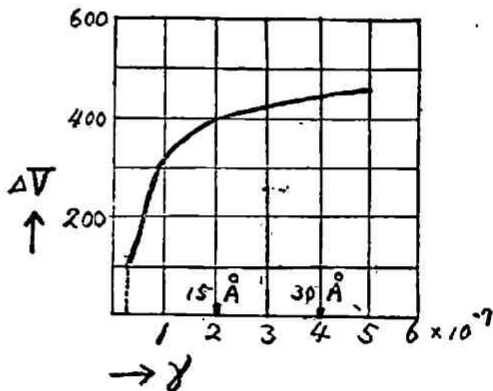


此の三者に於て實驗の結果は多少の相違があるが定性的には大體同一である。今一例とし $N/100$ HCl を用ひた場合に就て述べる。

圖に示すが如く $F-\gamma$ 曲線では $\gamma = 0.36 \times 10^{-7} \text{ gm/cm}^2$ に於て始めて 0.2 dyne/cm の壓力が表はれて曲線の傾斜は段々急になつて $\gamma = 0.7 \times 10^{-7} \text{ gm/cm}^2$, 壓力 2 dyne/cm に達してから曲線の傾斜は直線的に

進行して 13 dyne/cm , $\gamma = 1.6 \times 10^{-7} \text{ gm/cm}^2$ まで続く。若し膜の壓縮を急に行ふ際はこの直線的の増加が 22 dyne/cm , $\gamma = 2.4 \times 10^{-7} \text{ gm/cm}^2$ まで繼續する(點線)。この膜は明かに擬安定の状態であつて時間と共に壓力は減少してより安定の値を示す様になる(實線)この薄膜は $\gamma = 1.6-1.8 \times 10^{-7} \text{ gm/cm}^2$ でゲル化する。其の壓は 15 dyne/cm である。

第二圖



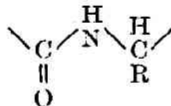
此の實驗で明かなる如く互斯状態膜はたとへ存在してゐても極めて低い壓を示すもので、即ち 0.2 dyne/cm , $\gamma = 0.36 \times 10^{-7} \text{ gm/cm}^2$ 即ち 3 Å^* の厚さで均一膜を作

* グリァチンの比重を 1.33 として膜の重さを計算する

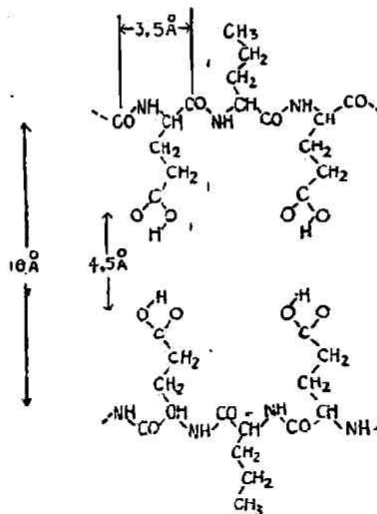
り此の液状膜は固化せずしてゲル化する。即ち二元運動のゾルーゲル轉化を示す事が極めて面白い事である。

$\Delta V - \gamma$ 曲線に就ては $0.36 \times 10^{-7} \text{gm/cm}^2$ まではポテンシャルが一定しない。此は膜が均一でない事を示してゐる。 $0.36 \times 10^{-7} \text{gm/cm}^2$ で始めて $\Delta V = 130 \text{mV}$ を示して其の後はポテンシャルが直線的に増加する。即ち $d\Delta V/d\gamma$ が一定である。 $0.7 \times 10^{-7} \text{gm/cm}^2$ で $\Delta V = 250 \text{mV}$ 膜は尚ほ液状である。其の後曲線の傾斜は漸次減少してゲル化の起る事を示してゐる。ポテンシャルは 450mV が極大で $\gamma = 5 \times 10^{-7} \text{gm/cm}^2$ に及ぶ。

今グリアデンの構造を Fischer の考に従ひ其の基本構造を



とする。此のRなる側鎖は $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ と $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$ とが相互に並んでゐると考へる。勿論側鎖の中 $-\text{NH}_2$ の関を持つてゐるものも少しは存在してゐる。かゝる分子は液面に平たく横はつてゐるものであらふ。即ち

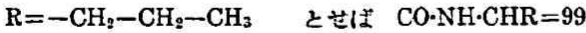
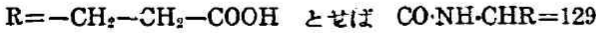


—(紹介)—

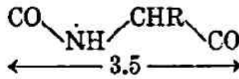
(194)

(堀場信吉) 蛋白質単一分子層補遺

此の主鎖が相接した時始めて表面壓が表はれるものである。今 $-\text{CO}-\text{NH}-\text{CHR}-$ の



上掲の圖から CONHCHR は $16 \times 3.5 \text{ \AA}^2$ の面積を有してゐる。これは Meyer and Mark の X 線の數値から



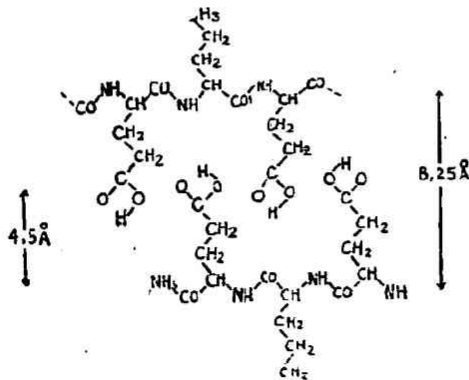
となし炭化水素のチツグザツグが $2.54 \text{ \AA}$ としかゝる側鎖の相接した最短距離を $4.5 \text{ \AA}$ とした。か様の分子纏合(Packing)に於ける γ を計算して見ると $\text{R}=129$ の時

$$\gamma = \frac{129}{6.06 \times 10^{23} \times 16 \times 3.5 \times 10^{-16}} = 0.38 \times 10^{-7} \text{ gm/cm}^2$$

$\text{R}=99$ の時は

$$\gamma = \frac{99}{6.06 \times 10^{23} \times 16 \times 3.5 \times 10^{-16}} = 0.29 \times 10^{-7} \text{ gm/cm}^2$$

即ち實驗で均一膜の出来るのが $\gamma = 0.36 \times 10^{-7} \text{ gm/cm}^2$ であるのとよく一致する。次にか様に擴がつてゐる膜を壓縮すると側鎖が互に入りこんで次の様の形となるであらふ。



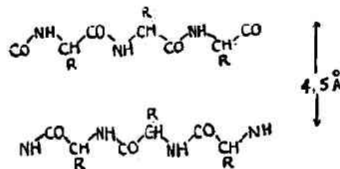
—(紹介)—

圖の如くに分子が相接しても分子は尚ほ液面に平かに擴がつて居るのであつて此の際の γ の値を前と同様にして計算すると

$$\gamma = 0.74 - 0.56 \times 10^{-7} \text{ gm/cm}^2$$

(R の値で異なる) である。此れは $0.7 \cdot 10^{-7} \text{ gm/cm}^2$ で $F-\gamma$ 曲線の傾斜が極大になる點に相當し $\Delta V-\gamma$ 曲線の直線の部の終る點にあたる。

これ以上壓縮し續ける時は側鎖が傾斜する様になる。それが空中に出るか液中に入り込むかは側鎖の極性による。而して膜は終に下の様の形となる。



この膜も尚ほ単一分子層ではあが厚さが厚く $12 \text{ \AA}$ にもなつてゐる。而して膜は剛性を有してゐる。即ちゲル化してゐるのである。此の場合 γ を計算すると $1.35 - 1.03 \times 10^{-7} \text{ gm/cm}^2$ となる。

上述は Rideal 等の研究の大要を述べたもので實に蛋白質薄膜構造の最初の詳細なる研究である。

文 献

- 1) Meyer u. Mark Der Aufbau der Hochpolymeren Naturstoff (1930)
- 2) 田村 本輯紹介
- 3) Hughes and Rideal Pro. Roy. Soc., (A) 137, 62, (1932)
- 4) Schulman and Rideal Ibid. 130 259 (1930)