

鈴木文助 教授述

生物化學 (各論) (三)

昭和十二年講義

東京帝國大學農學部

「帝大プリント聯盟」發行

鈴木文助 生物化學 學一 (各論) (三) 東京帝國大學農學部

65



始



211  
789

鈴木文助 教授述



生物化學  
(各論)  
(三)

昭和十二年講義

東京帝國大學農學部



「帝大プリント聯盟」發行



鈴木



鈴木文助教授

生物化学 (各論) [一]

目次

第二十五章 Amino Acid の分離 ----- (1)

第二十六章 Polypeptides ----- (30)

第二十七章 ----- (37)

第二十八章 ----- (49)

第二十九章 Chemistry of Protein

          Foods ----- (68)

— 0 —

## 生物化學各論

農學博士 鈴木文助教授述

### 第二十五章 *Amino acid* の分離

#### § 90 加水分解

天然蛋白からそれを構成する各 *aminoacid* を分離するには、先づその *protein* を加水分解せねばならぬ。*hydrolysis* に當り實際の反應に與るものは水である。然し乍ら蛋白そのものに水を加へて加熱するだけでは殆んど加水分解が生じない。*pressure* を加へ非常に *high temperature* に加熱すると、可成の變化があるが、 $180^{\circ}\text{C}$  以上では *aminoacid* 其れ自身が破壊せられるおそれがある。即ち *aminoacid* を分離するには用ひられる温度に *limit* があり、従つて水の作用を促進すべき *Catalyser* を使用しなねばならぬ。之に用ひられるものは通常次の三種である。

1 蛋白質素 2 無機酸 3 塩基

a) 酵素

蛋白質素は色々存在するが、その type によつて區別すると、次の三つに分かれる。

第一は、*pepsin type* のもので天然蛋白質に作用して *Peptone Albumose* の程度にしか加水分解しない。

第二は、*Trypsin type* (or *Proteinase type*) のもので天然蛋白質に作用し *Amino-acid* まで分解する。

第三は、*Erepsin type* (or *Peptase type*) のもので天然蛋白質自身には作用し得ず、*Peptone* の様に或る程度 *hydrolysis* を受けたものに作用して *Amino-acid* まで変へる。

以上、3 types の Enzyme の作用を見て、氣付く如く、*Amino acid* 分離の目的の時、*Trypsin* が最も便利で且つ通常使用される。

蛋白質溶液を造り  $\text{NH}_4\text{OH}$  で微 *alkali* 性とし、*Trypsin* の一定量を加へて適當の防腐

剤 (*Toluol* & *Chloroform*) を入れ、 $70^\circ\text{C}$  位に保つ。この method は丁度 *protein* が食物として摂られた時、動物の消化管内で起る加水分解の髣髴たるものである。故に、その分解に無理がなく、最も望ましい方法である。然し又次の如き不便がある。

第一、分解に時間を要する。

第二、*protein solution* もあまり濃くすることが出来ない為、相當量の蛋白質処理の場合には多量の *solution* を取扱はねばならない。

第三、微生物に *infect* される危険が非常に多い。微生物が繁殖すれば勿論 *proteins* の *hydrolysis* 以外の *Chemical reaction* も進み *abnormal* な生成物の出来るおそれがある。この微生物の繁殖は余程注意しても絶対に防ぐことは可成り困難で、この方法で *Amino acid* を *separate* した結果屢々論争の生じたことがある。

b) 無機酸

種々の無機酸中  $\text{HNO}_3$  は或る特種の場合に使用された例が無いではないが、それを用

ふることは殆んどなく通常用ゐるのは HCl  
or  $\text{SO}_4\text{H}_2$  である。やや古い時代迄は殆  
んど HCl のみを使用されたが、後新しい  
*amino acid* の分離法が考案されて  $\text{H}_2\text{SO}_4$   
を用ゐるのが便利な時もある。従つて、  
*hydrolysis* のあたつて HCl を使用するか  
 $\text{H}_2\text{SO}_4$  を使用するかは次のべる分離法の  
如何によつて選択する。

例へば Fischer の "Ester method"  
を用ゐる時は必ず HCl でなければならず、  
Lakin の "Butyl alcohol Extraction  
method" を使ふ場合は  $\text{H}_2\text{SO}_4$  でなければ  
ならぬ。この method は HCl なら conc.  
HCl、 $\text{H}_2\text{SO}_4$  なら 25% の concentra-  
tion のものを用ゐる。protein の 5~10  
倍加へ boil するのである。*hydrolysis* は  
protein の種類に依つて難易があり、それ  
故分解所要時間は protein に由りことなる  
が、通常 20 時間位要する。

この酸による *hydrolysis* の *Amino  
acids* 中 *Tryptophane* を破壊すると言  
ふ欠点を持つ。*Tryptophane* は動物栄養上

不可欠の成分である為 *Aminoacid* を用ゐて  
栄養試験を行ふ時は必ず使用しなければなら  
ぬ。その成分が酸で破壊される故、栄養試験  
等の為蛋白を *hydrolysis* する時酸を用ゐる  
のは可成り不便となる故、通常 *Tryptophane*  
のみは別の方法、即ち *Enzyme* に由る  
*method* で分離し他の *Aminoacid* を酸加  
水分解法で求める様にしておる。この欠点を  
除けば *Säure* を用ゐる場合には時間を要せ  
ず容積も比較的少くすむ等の点が便利であ  
る。通常非常に広く用ゐられる。即ち  
*Protein* の *hydrolysis* と云ふと、酸に  
よる加水分解と考へて差支へない。

### C) 塩基

*alkali* としては KOH, NaOH, 及  
 $\text{Ba}(\text{OH})_2$  等が用ゐられる。大体 *base* は  
*acid* に比較すると *Proteins* に対する加  
水分解力が強い。然し *base* を用ゐる時は  
殆んど致命的の欠点がある。即ち

一つには、とれてくる *Aminoacid* は  
*racemize* する。protein 中に存在して  
ゐた時の儘では出て来ない。

二つは、*Diaminoacids, Cystine* 4C の *Aminoacids* を破壊する。唯此の方法で便利なのは *racemize* するが、*Tryptophane* は破壊しない。従つて *racemize* しても差支へない時は此の方法がつかはれる。が一般の加水分解法としては殆んどつかはれない。唯、バリタ水による方法が時に用ゐられるのみ。

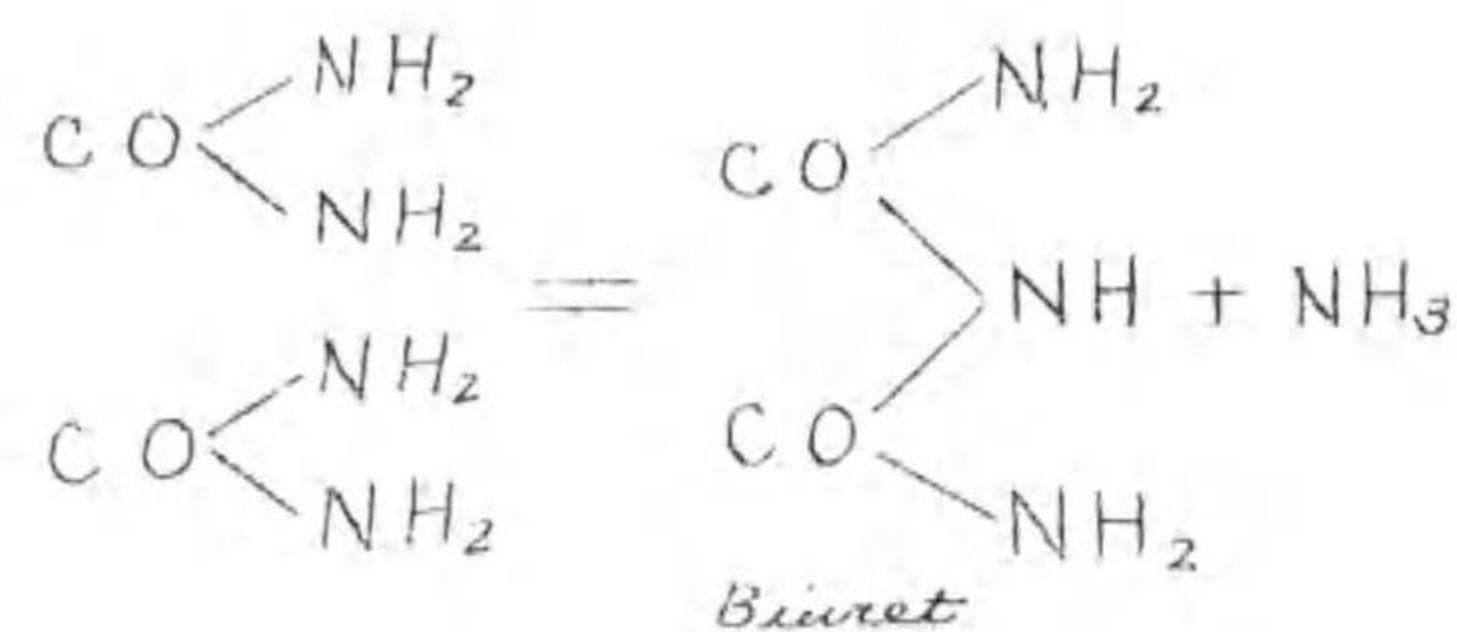
§ 91. 加水分解の程度の検出

*protein* を加水分解させるには何時でもその分解が何處まで進行したかを追跡し乍ら進行させぬばならぬ。Z. B. *Enzyme* で加水分解する様な緩和な條件に於てさへ必要以上に時間をかけると *Tryptophane* は破壊される。*Säure* を用ゐるが如きやや強烈な試薬の場合は行き過ぎること、及不十分いつれもいけない。その為どの程度に分解が進んでゐるかを見る為には絶えず検定して行かぬばならぬ。その検定法をあげると次の如きものである。

1. *Biuret test*

*protein* を *conc. Alkali* に溶解して

1% *CuSO<sub>4</sub> solution* を滴下すると *blue color* を呈する。それを蛋白の *Biuret test* と稱して一つの特徴ある反應となつてゐる。加水分解が進行すると、青→紫→赤等の色を経て遂に無色となる。この反應は蛋白及びその加水分解に於ては  $-CO.NH-$  なる原子團が二個以上存在する物質があるのではないとこの反應を呈しない。この原子團が多数存在してゐる物質がある場合がある場合ほど濃い。即ち *blue* に出るのは非常に多数  $-CONH-$  が存在することを示し、赤色は  $-CONH-$  がやや少い物質にまで加水分解されたことを示し、反應がなくなれば  $-CONH-$  を二個以上持った物質がないことを示す。



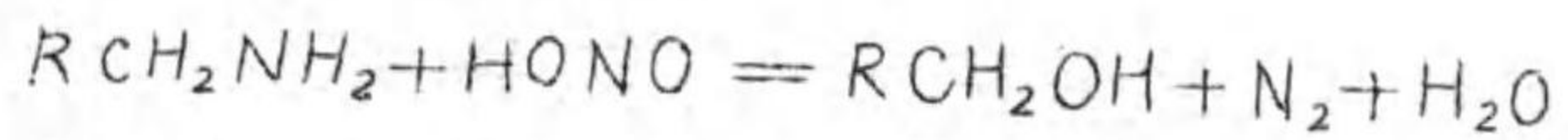
*Biuret reaction* とは *Biuret* なる物質がその反應を興へることから出た名である。

*Biuret* とは *Idamstoff* を *m. p.* まで加熱する時生ずる物質で上の如き構造をもつ。

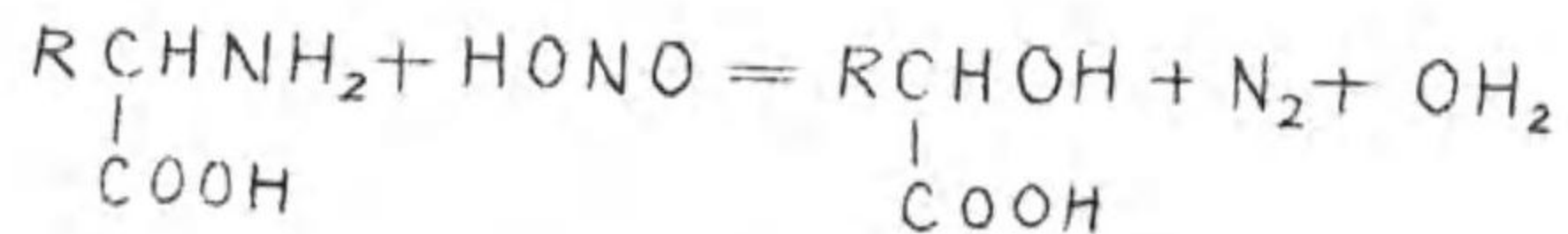
この反應を以て蛋白の加水分解の進行程度は定性的に知り得るが、定量的でないだけ不精密をまぬかぬ。即ち *Biuret reaction* は必ずしも加水分解の *end point* を示す契ではないと言ふことである。

## 2. *Van Slyke's "Amino Nitrogen Method"*

*primary amine* に亜硝酸を作用させると次の如き反應が起る。



しかもこの反應は定量的に進行する故、出て来る *free nitrogen* を *volumetrically* に定量すると半分が *primary amine* の *N* に相当する。同様な事が *amino acid* にもおこるのであつて



*amino acid* は *Oxyacid* に変化しその *N* は亜硝酸の *N* と共に *free* の状態となつて放出される。故にその *nitrogen* を定量するこ

とにより、*Amino acid* の分量が決定される。この方法を *Amino acid* に *apply* して完成したのは *Van Slyke* で、*Van Slyke's "Amino Nitrogen Method"* として知られてゐる。

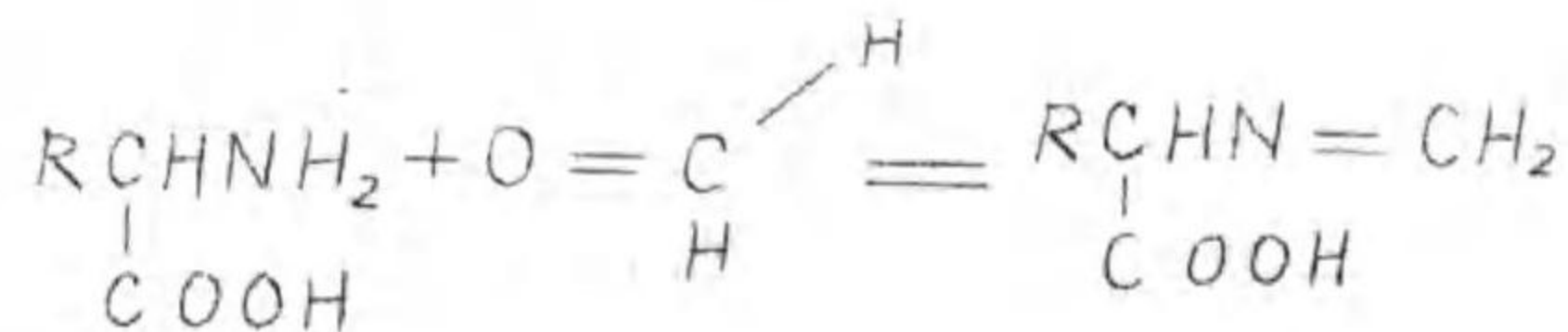
之を實際行ふには矢張り *Van Slyke* に由つて考案せられた特別の装置があり、一定気圧下に測定する。方法の詳細は後述する。この方法は前の *Biuret Method* に比すと定量的であるだけ精密であるが、*Biuret test* は試薬と一本の試験管があれば出来るが、之は手續きがやや複雑で時間を要する欠点がある。蛋白質には後述の如く  $-CO-NH-$  なる *group* がすくぶる多数存在する。しかして此の *group* の *N* は  $HNO_2$  に犯されぬ。ところが  $-CO-NH- + H_2O = -COOH + NH_2-$  加水分解されると *free* のアミノ基を生ずる。この *free* の *amino* 基は  $HNO_2$  に犯される。故に天然蛋白そのものには *Van Slyke's Method* を行ふと出て来る *Nitrogen* の分量は極めて少量であるが、加水分解の進行につれて、*free* の  $-NH_2$  が増加し、 $HNO_2$  の



作用される Nitrogen の分量が漸次増加する。そしてある Maximum の点に達し、その後はいちじるしい変化がない。こんな時は分解が完了したものと見て差支へない。

### 3. Sorensen's "Formal Titration Method"

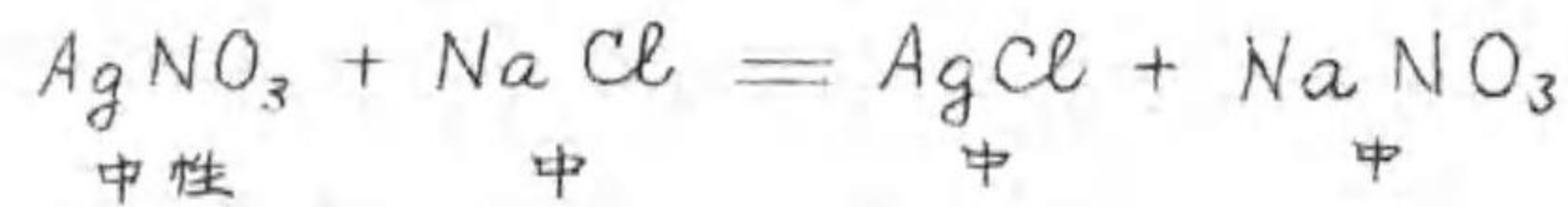
free の Amino acid の HCHO を作用せると次の変化を起す。



monoamino acid では  $-\text{NH}_2$  と  $-\text{COOH}$  は前述の如く分子内塩をつくるものの如く、その水溶液は殆んど完全に中性である。が之に HCHO を作用せしめると上式の示す如く、N の Methin group が入る。而してこの N Methin group は殆んど塩基性を示さぬ。従って Amino acid はこの状態に於ては、完全な Monobasic acid として作用する。即ち上法に依り、alkali 滴定が可能となる。実行するに一方の Amino acid の solution を取り、Phenol phtalein

solution を加へ、酸又はアルカリで中和して置く。他方に Formalin solution の一定量と同じく Phenol phtalein を加へ alkali で中和して置く。両液を合せると mixture は酸性を示す。これを滴定用アルカリ溶液で titrate し、Amino acid の量を alanine としていくら、glycine としていくら等とあらはす。

この方法は定量的なると同時に Titration によるから操作が極めて簡単なる特長がある。が蛋白の加水分解液は通常暗褐色で Indicator を用いた時 endpoint が甚だ不明瞭である。故に其の結果は不正確なことをまぬかれないと言ふ欠点がある。その欠点を除去する為 Sorensen は次の如き方法を取った。即ち Amino acid solution の  $\text{AgNO}_3$  を加へ之に食塩の solution を加へる。



ここに生じた  $\text{AgCl}$  は極めて微細な粒子で、その表面積は莫大である。故に吸着力が強く

色素の大部分を吸着する。故にその塩化銀の沈澱を濾過すると、*Amino acid* を含む母液は脱色される。この方法は非常に合理的の様であるが、*AgCl* は色素のみならず、アミノ酸をも同時に吸着する。即ち *amino acid* の *loss* による実験誤差を生ずる。従つて、此の方法は非常に便利な方法であるのかかはらずあまり廣く用ひられない。

以上、*three Methods* は何故 *Formol titration method* に依り *Amino acid* の進行方法がわかるかは前の *Amino Nitrogen* の時と全く相似的關係がある。即ち  $-CONH-$  group に *aldehyde group* は作用しない。それが *free* の *Amino acid* の時作用して *Monobasic acid* の如く行動する。この時も *Titration value* の *Maximum* の点を *Hydrolysis* の完了した点として取るとよい。

以上三つの方法を各孤立させて考へる必要はない。便宜に感じて組合せて用ひるがよい。モデルの一つは *Biuret method* と *Amino Nitrogen Method* or *Formol Titration*

*method* とを組合せる如きである。

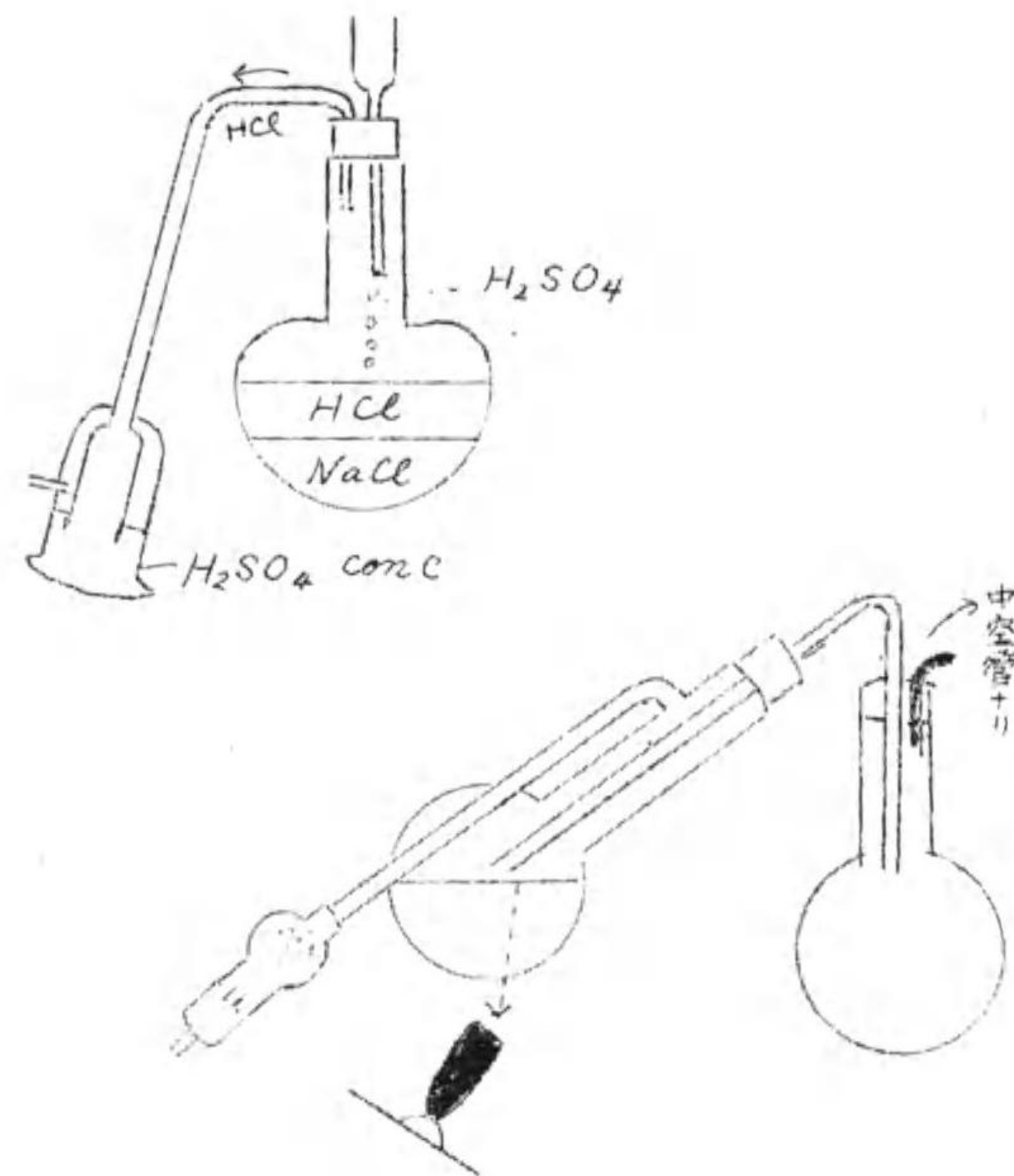
*Biuret test* が *positive* の間は *Hydrolysis* の完了しないことは明な事實であるから、2, 3 の如き複雑な方法を構すべきではない。*negative* になつた時、定量のいづれか一方を用ゐると目的が違せられる。

### § 92 Fischer's "Ester Method"

Fischer の *Ester Method* が考案されるまでは *Amino acid* の分離法は何等組織的のものでなかつた。従つて、*Amino acid* の発見もほとんど *chance* の問題であつた。故に *Leucin* とか *Tyrosin* の如き水に *insoluble* のものが最初に発見された。この方法が提案されてから *Amino acids* の *separation* がやうやく *system* 立つて来たのであつて、以後はこの方法で各種 *protein* の種々の *Amino acids* の含有量を比較して *protein* の異同を知ることが出来る様になり、*Protein chemistry* の一大飛躍を来した。

その方法を要約すれば、*Amino acid* の *Ester* をつくり、それを高度の真空中で分別

蒸溜し、いくつかの *fraction* に分ける。そして各 *fraction* に含まれる数種の *amino acids* を *Cu-Salt* 其他を作ることに依り分離すると云ふのである。この方法を行ふに *HCl* で行ふ方が便利だと言ふことは前述の通り、*HCl* で *hydrolysis* を行った後、低圧蒸溜法を行ひ *volume* を  $\frac{2}{3}$  位に濃縮し、それより *dry HCl gas* を通じて、*HCl* を *saturate* させ、 $0^{\circ}\text{C}$  に冷却して数日放置して置くと、*glutamic acid hydrochloride* が *crystal* となつて析出する。この析出は定量的とは言ひ難いが、かなり定量的に近く、即ち非常によい收量で起るものである。その *glutamin säure* の結晶を除いた母液は *Syrup* となるまで煮詰めて、出来るだけ水分を追い出し、後 *absolute alcohol* を加へ、*Protein* 1 Kg に対し 3 liter 位入れる。よく攪拌し乍ら *dry HCl gas* を通じ、*saturate* せしめる。*HCl* を乾燥せしめるには *conc. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>* を入れた *washing pot* を通過せしめる。



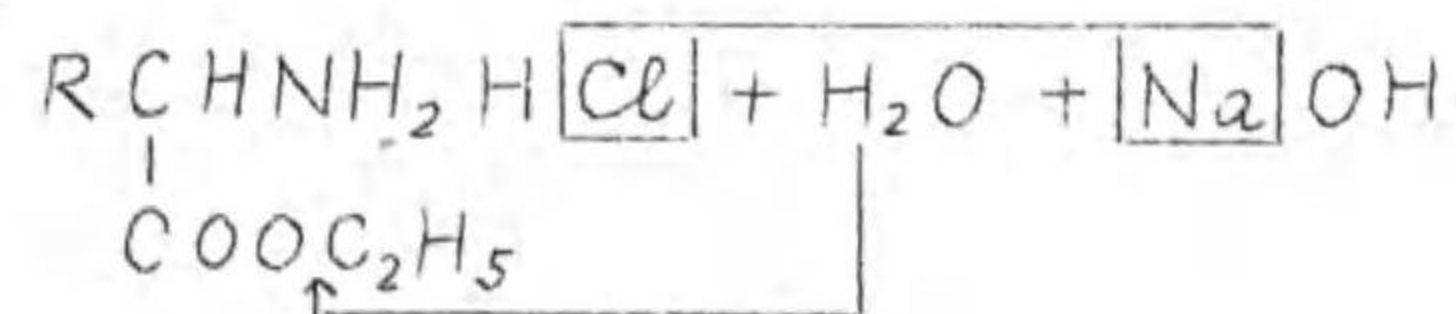
*Ester* を作る場合最も妨害になるのは勿論水分である。故に水分が外界より入りぬこと。*Amino acid* の *preparation* から出来るだけ水を駆逐することが收量をよくする第一の手段である。然るに *Amino acid mixture* を *evaporate* したものは粘重な餾状のもので、最も水分を逐ひ出しがたい状態にある。故に *alcohol* 溶液に *HCl gas* を飽

和せしめた後全体を数時間  $100^{\circ}\text{C}$  に加熱し  
 低圧蒸溜を行つて alcohol を追ひ出し、洗  
 滌して無水酒精を加へ、同じ操作を繰返す。  
 ある場合は alcohol を加へ dry HCl  
 gas を通じ、 $100^{\circ}\text{C}$  にて乾燥することを三  
 回位繰返す必要がある。

Respiration の結果出来るものは、  
 $\text{RCHNH}_2\text{HCl}$  なる Salt での  
 $\text{COOC}_2\text{H}_5$

Ester hydrochloride は Salt なる為  
 蒸溜することが出来ない。故に free の  
 Ester にするには alkali を用ゐねばな  
 らぬ。そうすると Ester が破壊される。こ  
 れは矛盾した実験方法で最も困難であるが、  
 Fischer は次の如くして実行し得た。即ち  
 Ester を取つてそれを Äther で cover し  
 よく冷却して一方よく冷却した conc.  
 Alkali Solution を豫めつくつてゐたもの  
 を加へ、同時によく振盪すると出来た free  
 Ester が Äther に移る。その Äther  
 Layer をとり Solid の無水  $\text{K}_2\text{CO}_3$  の入  
 った Kolben に移す。この操作を必要回数

繰返す。そうすると最後に

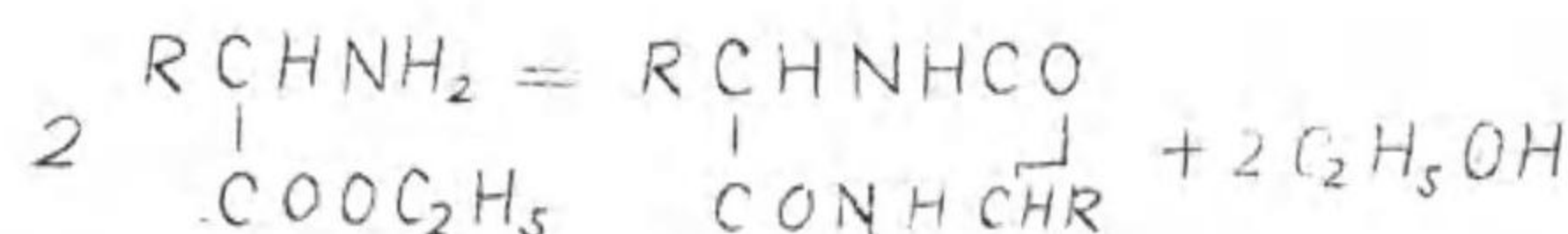


Aminoacid Ester の Äther solution  
 が得られる。その Äther を追ひ出し、低圧  
 蒸溜にかける。fraction をいくつつくる  
 かは場合に依りて異なるわけであるが、  
 Fischer が行つた方法によると次の如き 4  
 fraction に分けたのである。

	Temp	Press	Esters of Amino acid
Fract. I	$60^{\circ}$	10 mm.	glycine, Alanine, Leucine Proline
II	60~90	"	Valine, Leucine Proline
III	100	0.5	Leucine, Proline
IV	100~160	"	Phenylalanine, glutamic acid, Aspartic acid Serine

斯の如く fractions に分け、その fraction

中の Amino acids 数を出来るだけ減少し、  
 後各 fraction より各 Amino acid の特徴  
 を利用して分離する。Amino acids の  
 free Ester は condence する傾向を持つ。  
 即ち



このものは蒸溜して出て来るから多量生成す  
 ると収量に影響する。故に free Ester を  
 つくって fractionate し各 fraction か  
 ら Amino acid を free にするまではす  
 こぶる手早くやらねばならぬ。故に Ester  
 を free にする前に destiration その他の準  
 備をととのへしかる後 fractionate する。

§93 Dakin's "Butyl alcohol  
 Extraction Method."

Fischer の Ester method の最大欠点  
 は水を完全に除去し得ず、Ester の収量が悪い  
 と言ふ点である。もし amino acid の  
 Mixture を粉末状態に出来るとその欠点が除

かれるわけで、この方法も次の一つである。  
 Dakin's Method は要するに Amino  
 acids mixture を次の 5 fractions に分  
 ける事にある。

- 1) The Monoaminoacids, extracted by  
 butyl alcohol, but not in ab-  
 solute ethyl alcohol.
- 2) Proline, extracted by butyl  
 alcohol and soluble in ethyl  
 alcohol.
- 3) Diketopiperazine, extracted by  
 butyl alcohol but sparingly  
 soluble in alcohol & H<sub>2</sub>O.
- 4) Dicarboxylic acid not extracted  
 by butyl alcohol.
- 5) Diamino acids, not extracted  
 by butyl alcohol separated from  
 4) by precipitation with phospho-  
 tungstic acid.

実行する要領を schematisch に示すと

Protein

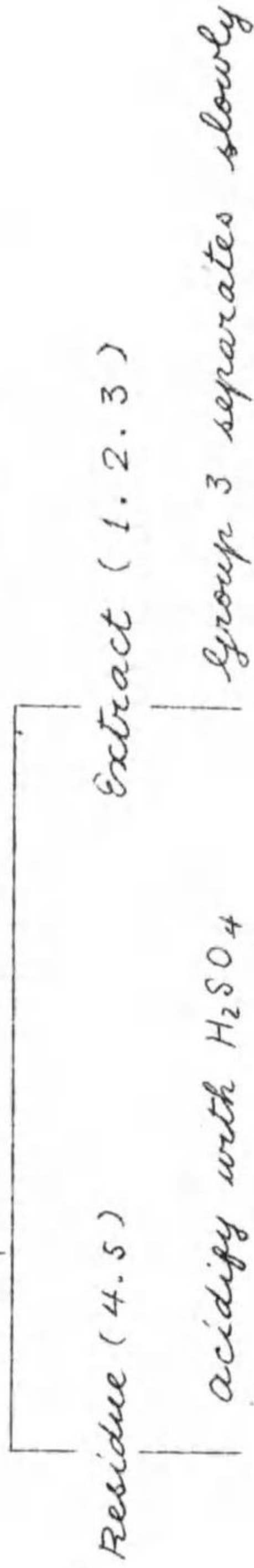
Boil for 10 to 16 hrs with 10 times its weight of 25% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Amino acids Mixture

Dilute & neutralize with Ba(OH)<sub>2</sub> → BaSO<sub>4</sub>.  
Filter, concentrate moderately - Tyrosine  
Filter again to remove Tyrosine

Filtrate

Neutralize to litmus, concentrate till leucine begins to separate. Remove to extraction flask. Extract for 36 hrs.



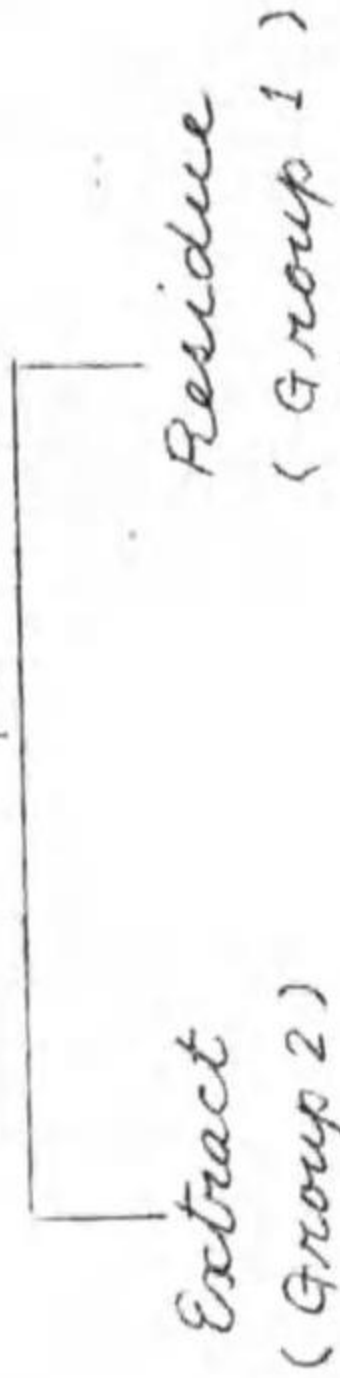
add phosphotungstic acid (P.T.A.)

or standing  
Filter to remove group 3

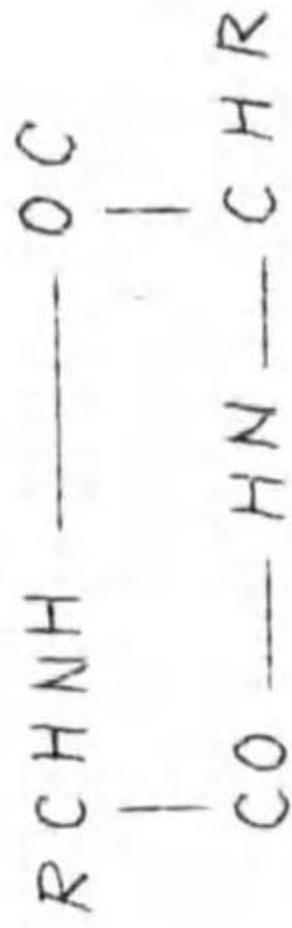
Precipitate Picarbo = Mother  
nic diamino acid liquid

Extract (1.2)

Extract with C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH



Amino acid は本来 butyle alcohol R と H とは い が, butyl alcohol が H<sub>2</sub>O を含 と Monoamino acid を と が ず 様 尺 寸 為 。



Diketopiperazine

その他 Foreman's Lead salt Method  
(Biochem. J. 1919, 13, 378)

Kingston & Schryver's Carbamate  
Method

(Biochem. J. 1924, 18, 1070)

Plimmer's Cu-salt Method (1930  
年以後の Biochem. J.)

§94 Distribution of N in Proteins

蛋白質の特性を決定する時、その組成分の種々の aminoacids を定量的に分類して比較するが最もよい。然し分離法が不完全な為定量的といふことが出来ない。よし定量的に分離することが可能としても手数と時間を要する。そこでそれより不完全な方法でも手早く各種蛋白質の特性を決定する方法が必要なわけで、その方法として現在最も広く用ゐられるのは Van Slyke の考案した Amino-Nitrogen Method を利用して N の分布を決定する方法である (J. of Biol. Chem. 1911, 9, 185)

その方法の原理は前に加水分解の程度を知る

ときは  $\text{HNO}_2$  を加へる方法で、Amino type の Nitrogen を free N として定置す。その方法を利用し蛋白質の total Nitrogen を 7 groups に配布して決定するのである。

I Amide N (1)

Hummin N (1')

II Diamino-N	}	Cystine N (2)
+ Cystine		Arginine N (3)
		Histidine N (4)
		Lysine - N (5)

III A Monoamino-N (6)

(Monoamino acids + Dicarboxylic acids +  $\frac{1}{2}$  Tryptophane)

B Non Amino-N (7)

Proline, Oxypoline  $\frac{1}{2}$  Tryptophane

之を実行するには、第一 protein を acid 過剰 HCl で Hydrolysis し、完了した後、低圧蒸溜でなるべく HCl をおひ出して試用に供す。

- 1) 分解物の Total Nitrogen を Kjeldahl's Method で決定する。
- 2) Fract. I 加水分解物を取りそれに MgO を加へて微アルカリ性とし、NH<sub>3</sub> を蒸溜して規定酸液に吸収せしめ、back titration を行つて NH<sub>3</sub> の量を決定する。その時蒸溜フラスコ中には黒色の不溶性の沈澱が残る。之を filter paper に集め、その Nitrogen を Kjeldahl 法で決定すると Idumin Nitrogen が決定される。
- 3) Amide Nitrogen & Idumin Nitrogen を取り去つた filtrate を酸性とし、phosphotungstic acid を加へると、Diamino acid が沈澱する。前表の Group II, Group III が区分される。即ち Group II は phosphotungstic acid と沈澱し、Group III は filtrate に来る。
- 4) Group II の中 phosphotungstic acid の沈澱を適当に処理した後、Cystin 以下の四つの Amino acids の Nitrogen を定量する。  
Argine N (a) 之は Group II の一部分

- になつてゐる。之に conc. alkali を加へ、boil すると Arginine Nitrogen の 1/2 が NH<sub>3</sub> となり蒸溜する。その NH<sub>3</sub> の量を決定して N を 2 倍すれば Arginine の Nitrogen となる。
- 5) Cystine Nitrogen は Sulphur の量を定量し、それから換算する。(C) S を定量するには Denis の方法 (J. of Biol Chem. 1910, 8, 401-403) を用ゐる。分解液に酸化剤 ~ NaNO<sub>3</sub>, HNO<sub>3</sub> ~ を加へ S を H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> として定量する。
  - 6) 分解液の一部を取り Amino Nitrogen を Van Slyke の方法で定める。  
Amino Nitrogen (d)
  - 7) Group II の Total Nitrogen を Kjeldahl 法で定める。(t) そうすると  
t - d = Non amino Nitrogen of Group II.  
Idistidine N  $\frac{2}{3}$  - Arginine N  $\frac{3}{4}$   
(Group II) Amino Nitrogen Nonamino-nitrogen  
Cystine 1.0 0



Histidine	$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$
Arginine	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$
Lysine	1.0	0

$$t - d - \frac{3}{4} a = \frac{2}{3} \text{ dist. N (h)}$$

$$\frac{3}{2} h = \text{Histidine N (g)}$$

$$t - a - g - c = \text{Lysine N}$$

$$\text{Total N of group II} = \text{Cyst} + \text{Arg.} + \text{Hist.} + \text{Lys.}$$

phosphotungstic acid の沈澱した filtrate, -group III の一部をとって、Total N を、他の一部をとって Amino N を決定する。これは前の (6) の N である。

$$\text{Total N} - \text{Amino N} = \text{Non amino N}$$

この方法は比較的容易に実行されるのみならず、diamino acid の含量は、ほぼ定量的に決定出来る。しかして食物として非常に大切な amino acid は大体 diamino acid である。故に食物の價値を amino acid の方から決定するにはこの方法と Tryptophane 定量の方法を用ゐるとほぼよろしい。即ち食物の價値を化学的に決定する

には便利有效なものであるが、いろいろの欠点もある。Z.B. 1) Amino acids 中 S を持つものは Cystine のみではない。それを Cystine として計算するのは無理である。2) Lysine は全く計算から出る。故に前の a. g. C. の決定の実験的誤差が全部 Lysine のところに表れる。がこの方法を精密に行ふと全 N の 98% ~ 99% 位まで 7 groups に配布することが出来るので、通常の時 Amino acids の分離を行はず、この方法で N 分析の状態を見て protein の特性をきめるのである。

### § 95. Amino acids derivatives

Ester Method で種々の fraction をつくった後各 fraction から各の amino acid を分離するにはいろいろの誘導体をつくる。且つそれらの誘導体は各 Amino acids の Identification にも必要である。その主なものは

#### 1) Capfer Salt

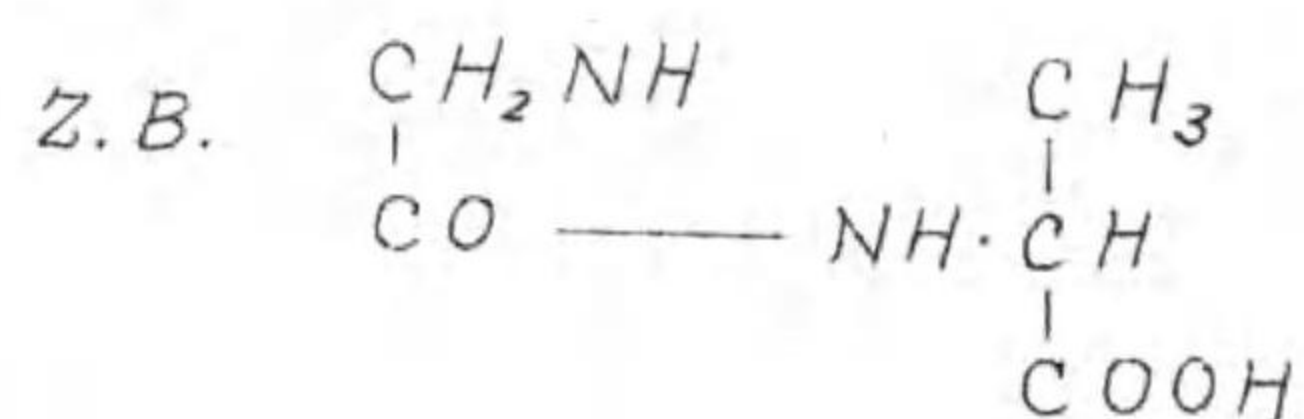
比較的水に insoluble で solution から amino acid を回収するに適する。之を造



## 第二十六章 Polypeptides

### §96 Polypeptides

Amino acids 二分子以上が Acid amide 様に結合したものを peptide と称する。そして Amino acid の数に依り Dipeptide, Tripeptide 一般に polypeptide と称する。その際 Amino acid が同一の場合すなはち Simple peptide 及異種の Amino acids の時即ち Mixtpeptide の時がある。之を命名するに Acyl group の結合してあるものを先に呼ぶ。



Dipeptide 以上の場合はこの算法に依り、順次 Amino acid の名をつけるとよろしい。

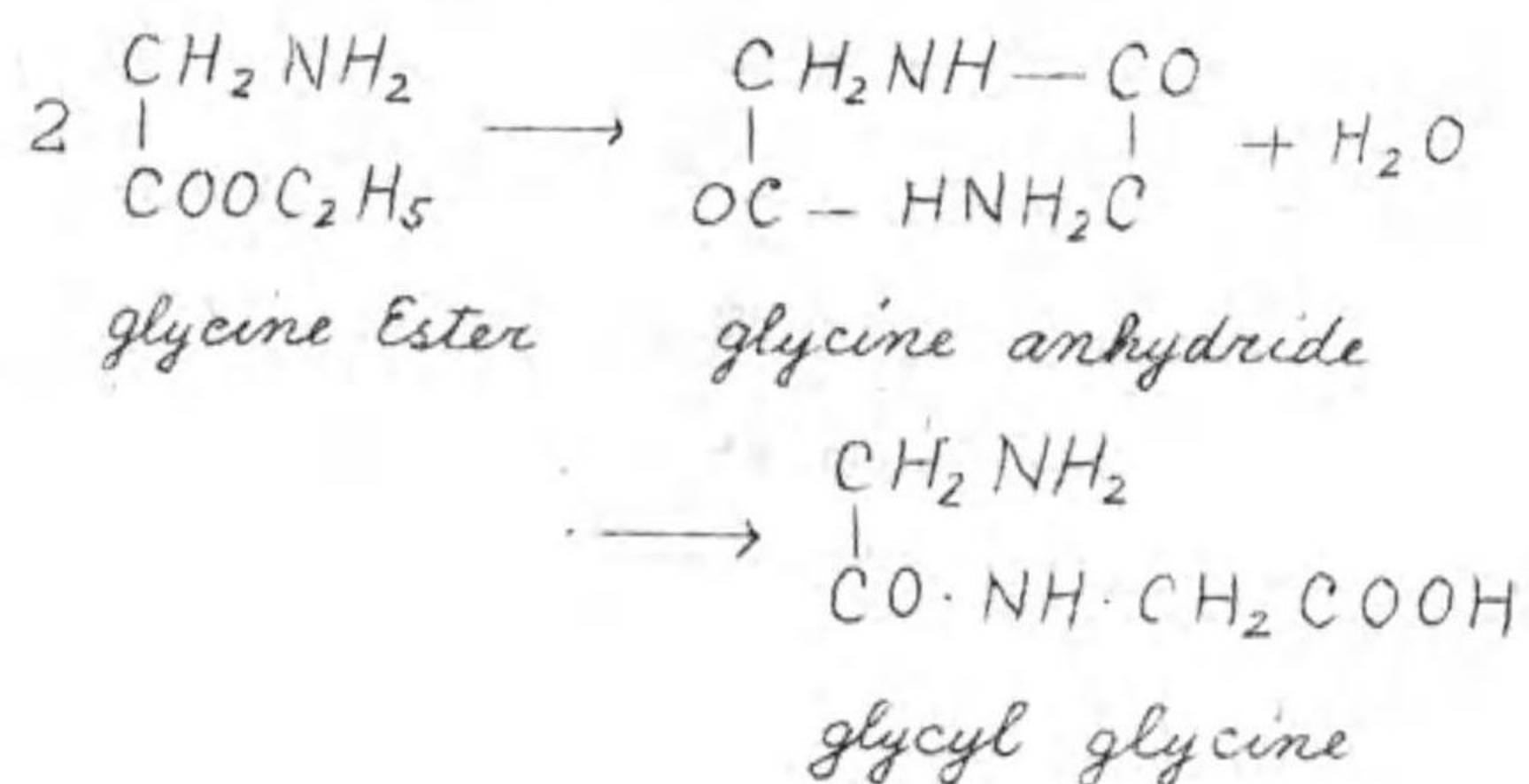
Z.B. Leucyl-alanyl glycine と云ふ如し。然し同じ Acyl group が繰返される場合、例へば glycine 4 molecules から出来てゐる

時は少しまとめて Triglycyl glycine と云ふ。この Polypeptide は後に proteins の構造の時述べる如く、protein 中 amino acid の大部分はこの polypeptide の結合をなす。故にこの構造の研究には極めて重要な化合物である。

### §97. 製法

3 Methods が存在する。

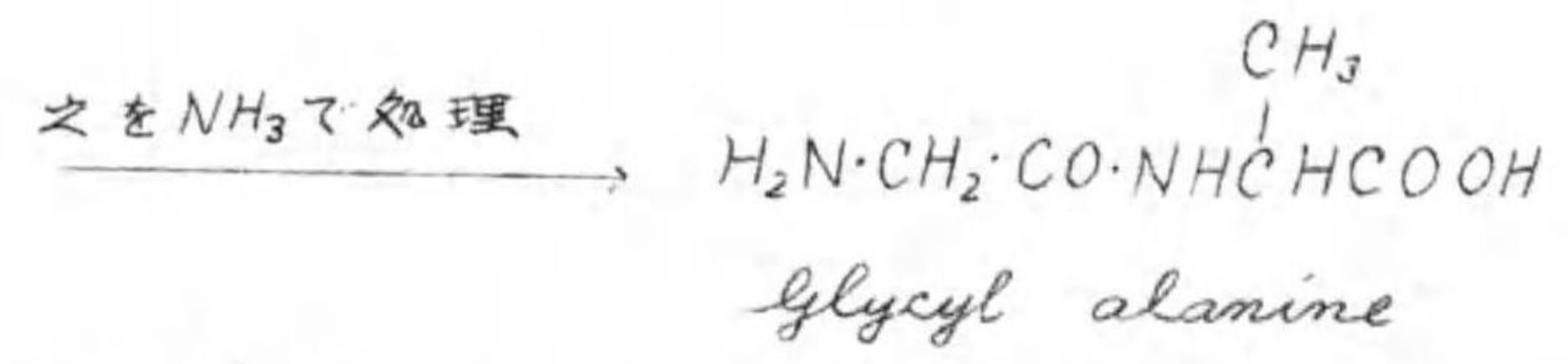
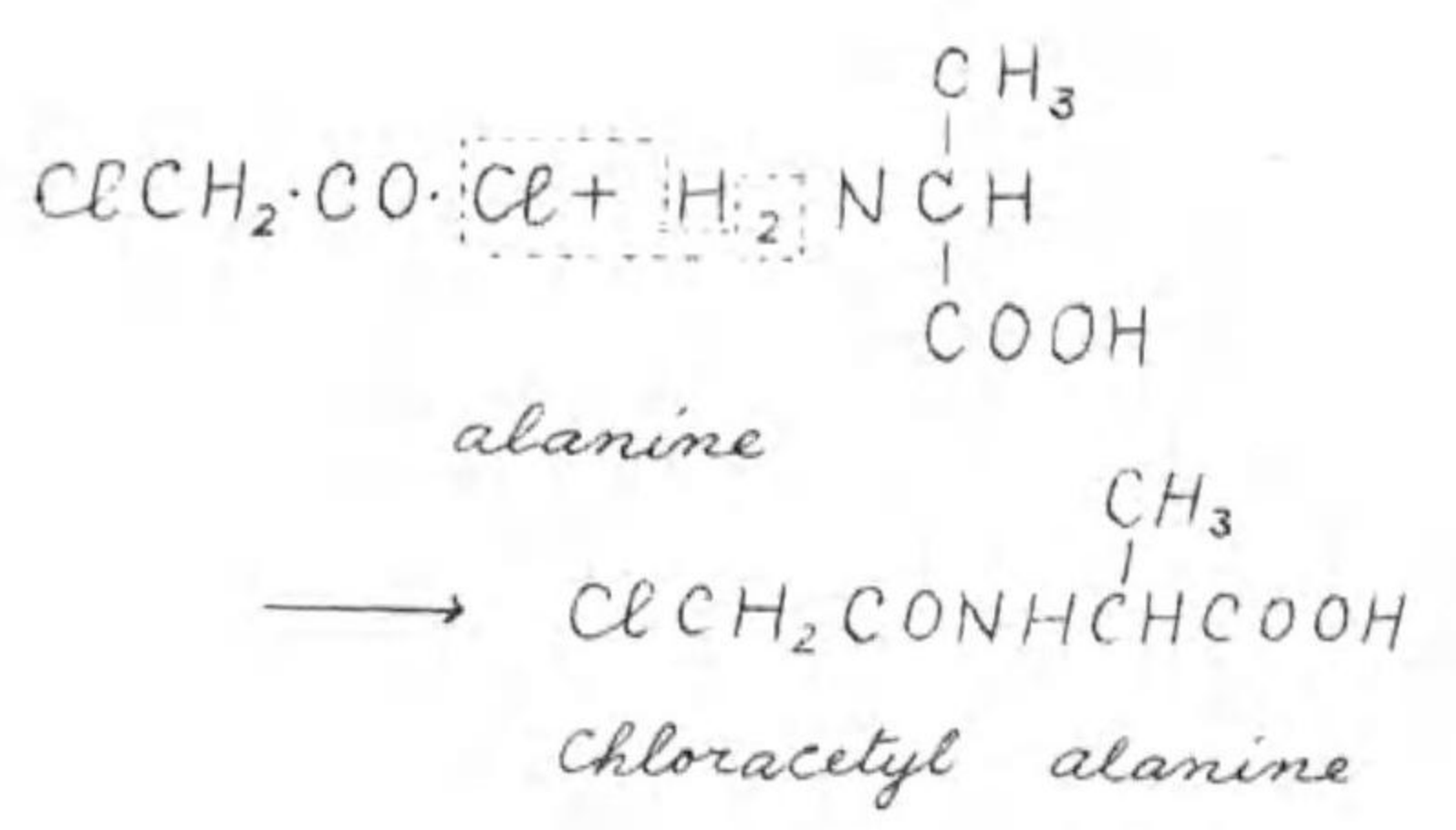
1) Amino acid Ester を加熱することにより Amino acid anhydride 即ち Diketopiprazine を造る。その anhydride を partially に酸で hydrolyze する。Z.B. glycine Ester を加熱すると、glycine anhydride となり之を部分的に加水分解すると glycyl glycine となる。



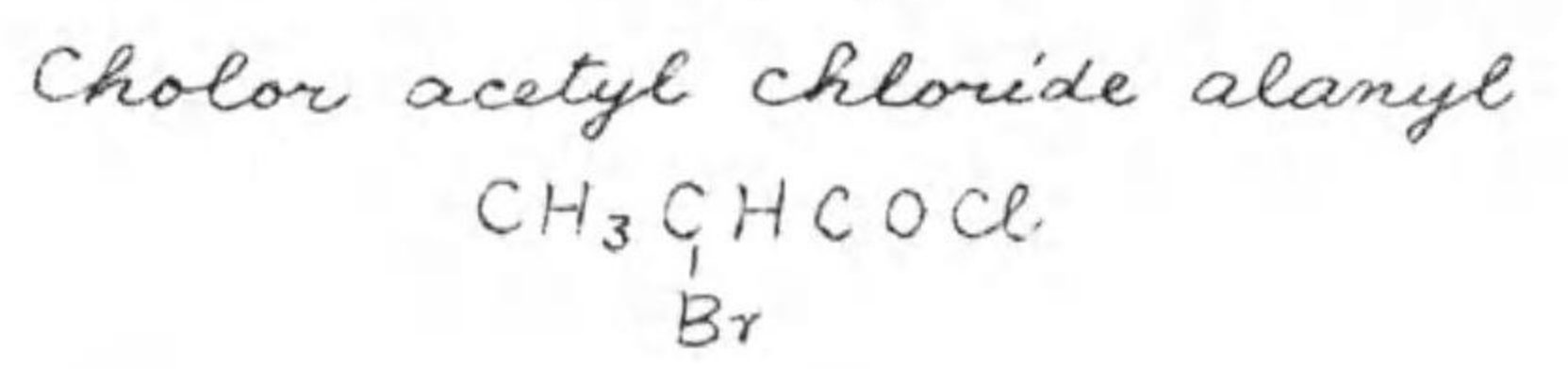
然し Amino acid Ester が anhydride となるに Amino acid の種類に依って非常に難易がある。Glycine Ester は加熱に依って anhydride となるが、他の Amino acids 中にはより困難なものがあるのみならず、一旦、Anhydride となると、Hydrolysis が容易に行はれないものもある。故にこの方法は如何なる Amino acid の peptide を製するにも適してゐるわけではない。のみならず dipeptide には此の方法は適してゐるが、Tripeptide 以上は此の方法では出来ない。

2) Halogen acyl compound を用ゐる法。

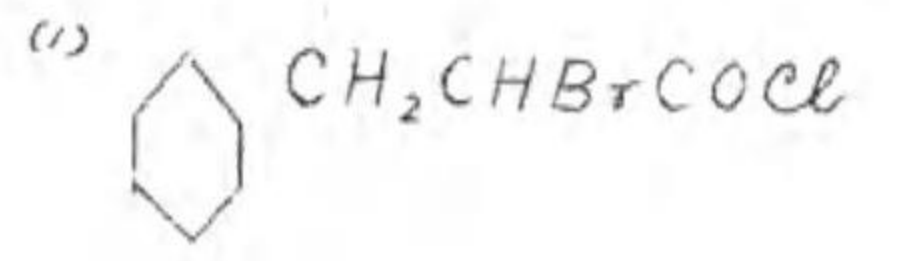
之は前記 Amino acid 合成の時使用した方法とよく似てゐる。Z. B. Glycine を結び付ける為には Chloroacetyl Chloride  $ClCH_2COCl$  を用ゐる。Amino acid の alkali solution に之の Halogen acyl chloride を働かせると、次の如く Amino acid と結合する。



問題は適當な Halogen acyl chloride が得られるかどうかであるが、今までに使はれたものをあげると Glycyl を入れるには



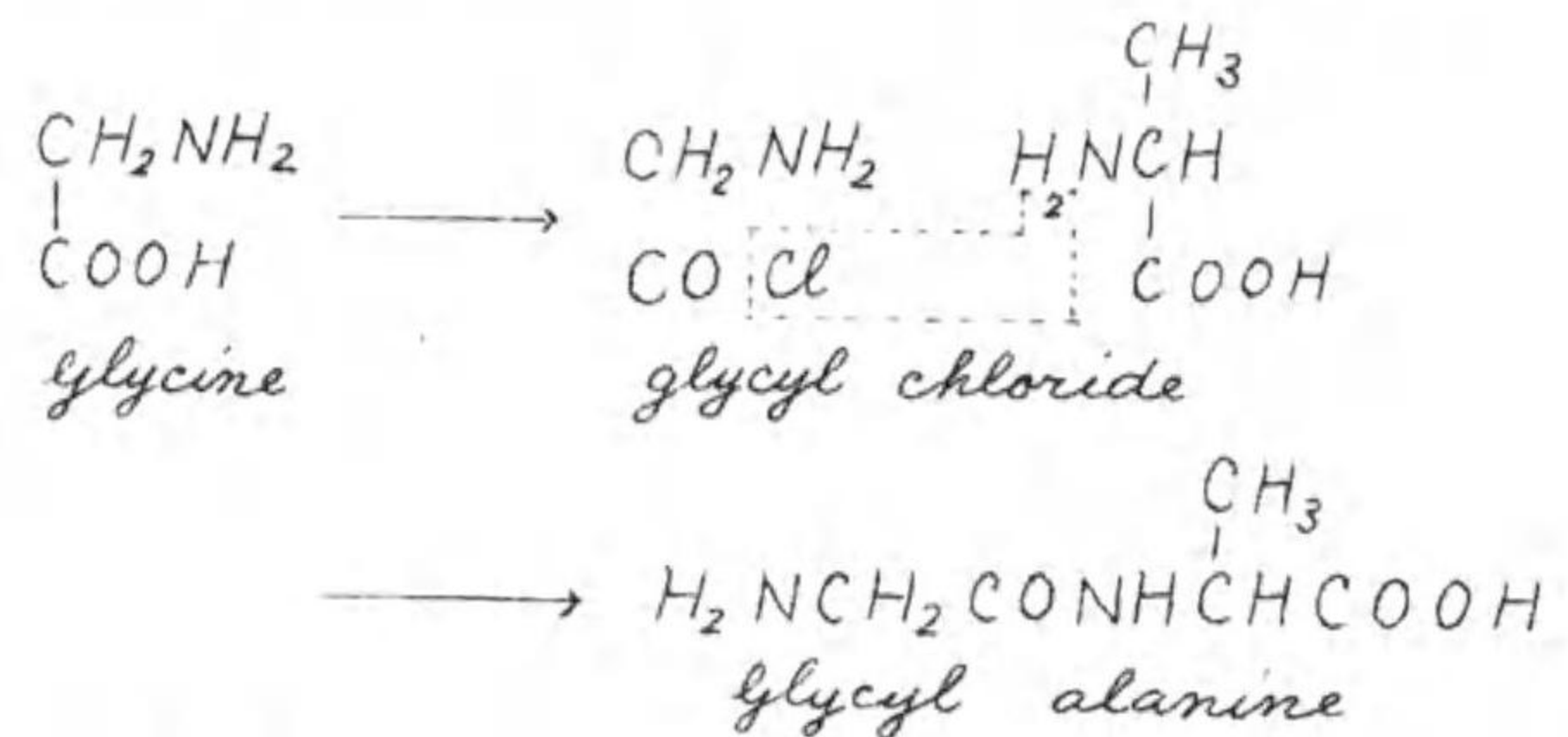
を入れるには  $\alpha$ -Bromopropionyl chloride  
 $d$ -alanyl ———  $l$ - $\alpha$ -Bromopropionyl chloride  
 Leucyl ———  $\alpha$ -Bromoisocaprolyl chloride  
 phenyl alanyl —  $\alpha$ -Bromohydrocinnamyl chloride<sup>(1)</sup>



然し大多数の *Amino acids* に対しては必ずしも適当な *Acyl chloride* が存在するわけではない。故に此の方法に依って作り得る *polypeptide* の種類には自ら限定がある。しかしこの方法は次から次と *acyl group* をふやして行く方法で、理論的に言へば、無限に鎖を伸し得るのであるが、実際は *solubility* やその他の困難があつて、長い *chain* をつくるのはそう容易ではない。

3) *Amino acid* の *Acyl chloride* を使用する方法。

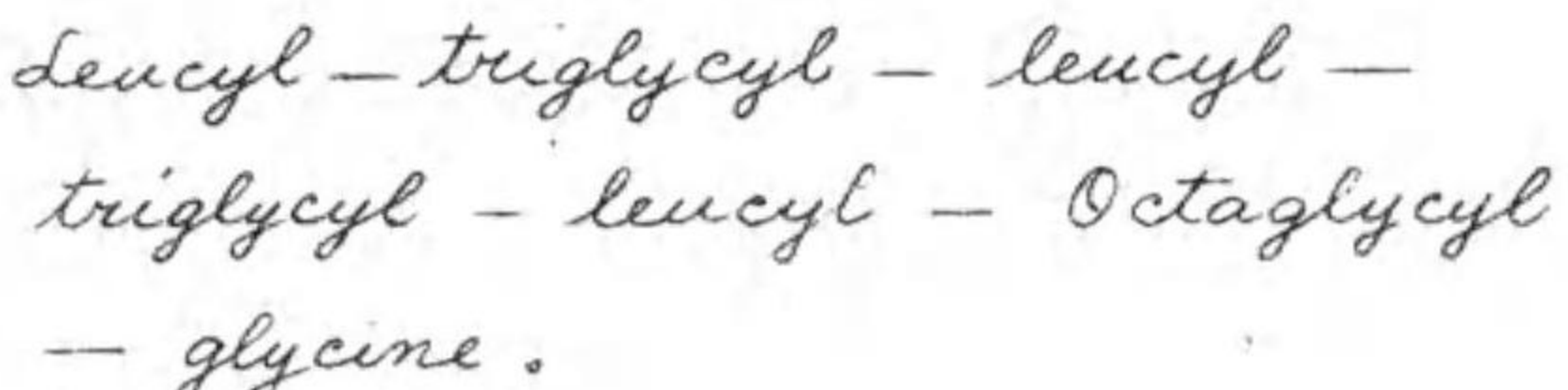
之は上法の如く *phosphorous pentachloride* を用ゐる。 *Amino acid* の *acid chloride* を作り、*alkali* 性で溶解せる他の *Amino acid* に結合させる。Z. B.



之の方法が *polypeptide* をつくる方法とし

て最もよい。その理由は、

- ① *Amino acid* の *Acid chloride* はどの *Amino acid* でも使用しうる。
- ② 前の場合は *optically active* のものをつくるのはわづらはしい。この時は *Amino acid* それ自身を用ゐるから得られるのは *active* である。
- ③ 最も大切なことはこの方法は *polypeptide* にも用ゐ得る。今つくつた *glycyl alanine* に *Cl* を入れ、之に *glycyl alanine* を作用せしめると、*glycyl-alanyl-glycyl-alanine* 即ち *Tetrapeptide* が得られる。之に同じ *method* を繰返すと *Octapeptide* が得られる道理である。実際かくの如くして *Fischer* は *Amino acids* 18個の *peptide* をつくつてゐる。それは次のものである。



§98 天然蛋白質よりの *Polypeptide*

*polypeptide* が天然蛋白の部分的加水分解より取り出されることは、*protein* の構造上最も重要な事の一つである。それを取り出すには系統的方法が無い。一例は1907年 Fischer & *Abderhalden* が絹の *Fibroin* を冷所で *conc HCl* を用ゐて二三日 *treat* し、その分解液に *phosphotungstic acid* を加へて出来る沈澱を取り除き濾液から *excess* の *phosphotungstic acid* を除去しそれに  $\beta$ -*Naphthalen sulfochloride* を作用させたら一結晶が得られ、調べて見たら  $\beta$ -*Naphthalen-sulfoglycyl-d-alanine* であつた。その後になつて Fischer & *Abderhalden* は *phosphotungstic acid* の沈澱物からも種々の *polypeptide* を取り出してゐる。今日迄に *Silk fibroin* から取り出された *polypeptides* は

*glycyl-d-alanine-anhydride*

*glycyl-d-alanine*

*glycyl-l-tyrosin-anhydride*

*d-alanyl-l-serine-anhydride*

はほ一つの *Tetrapeptide* が取り出され二分

子の *glycine*、一分子の *alanine*、一分子の *tyrosine* から出来てゐるが、順序は分らない。

### 第二十七章

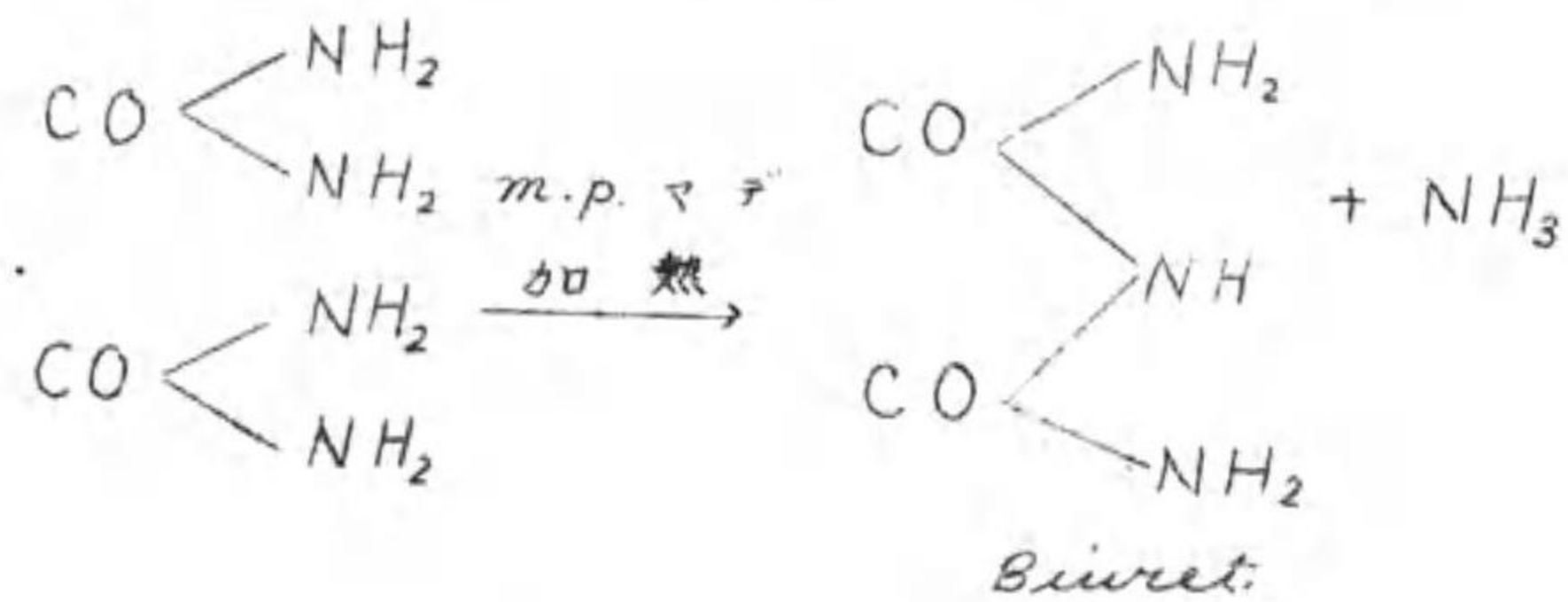
#### §98. Color tests of Proteins

蛋白の呈色反應と称せられるのが数個あげられる。が吟味して見ると、蛋白自身の呈する着色反應は、第一にあげる *Biuret reaction* だけで他のものはすべて *protein* それ自身ではなく蛋白を構成してゐる特殊の *Amino acid* の存在に基く。故にその *Amino acid* が存在しない場合には天然蛋白で試みても反應は *negative* となる。然し *Amino acid* は生物体内に於ては主として *protein* の構成物質でたまりその分解物として見られるものである故、之等の反應の大部分を興へる物質に出会つたらそれはほとんど蛋白それ自身もしくはその *derivative* である。かゝる意味で以下あげるのは *protein* の呈色反應と言つても差支へ

ない。

### 1. Biuret test

蛋白を比較的 conc NaOH (10%位) にとかし、CuSO<sub>4</sub> の dilute solution (通常1%) を加へると紫色を呈する。然し protamine の如く構造の極めて簡単な protein 及 peptone の如き derived protein の場合には赤色を呈する。



### 2. Xanthoprotein reaction

protein に conc HNO<sub>3</sub> を加へて煮沸すると yellow となる。これに alkali を加へて alkali 性になると brown となる。この反応は Benzol 核に特有な反応である。故に Amino acids 中 Benzol 核を有するもののみがこの反応を呈する。即ち Phenyl alanine, Tyrosine 及 Tryptophane である。この内 Tyrosine と Tryptophane を

持たぬ protein は天然にあるが、phenyl alanine は Amino acids 中最も分布の廣いもので、殆んどすべての protein に含まれる。それ故殆んどすべての protein がこの反応に対して positive である。

### 3. Millon's test

protein の solution or 水の suspension に Millon's reagent を加へて boil すると、red brick color の solution or 沈澱を生ずる。Millon's reagent とは Hg に conc. HNO<sub>3</sub> を加へて温め、之を溶解すれば出来る。但し HNO<sub>2</sub> の存在を必要とする。もし HNO<sub>2</sub> が不足してゐる時には極く少量の NaNO<sub>2</sub> を加へるとよい。

この反応は phenyl group に特有な反応で、従つて Amino acid では Tyrosine がこの反応を呈する。

### 4. Adamkiwicz's reaction

protein の水溶液或は protein 其自身に水醋酸を加へ、更に conc. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> を静に落すと、H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> と水醋酸の境の面に紫の

ring を生ずる。之は *Tryptophane* 特有の反応である。故に *Tryptophane* を含まぬ *Amino acid* はこの反応を呈しない。この反応は実は木醋酸が関與するのではなく、木醋酸の中に不純物として極く微か含まれる *Glyoxylic acid*  $\begin{matrix} \text{CHO} \\ | \\ \text{COOH} \end{matrix}$  の存在に由来するものであつて次ののべる *Idopkins* & *Cole's reaction* と全く同一のものである。木醋酸があまりに純粋で、*glyoxylic acid* を含有しない時はこの反応を呈しない。

5. *Idopkins* & *Cole's reaction*.

*protein solution* に *glyoxylic acid* or *Cole's reagent* を加へて *conc. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>* を静に滴下すると界面に紫色が出る。*Cole's reagent* は *oxalic acid* を *Sodium Amalgam* で *reduce* して製する。

6. *Ehrlich's reaction*.

*protein solution* に *p-dimethyl-aminobenzaldehyde* を加へ *conc. HCl* で強酸性とし、*boil* すると紫の美艷な色が出る、色を出した後重曹で中和すると

*Cu(OH)<sub>2</sub>* を *NaOH* でとかした如き色とな

る。故に其の色と比較する事に依り、*Tryptophane* を定量することが出来る。英國の *Rose* が *protein* を *Ba(OH)<sub>2</sub>* で加水分解し、それ此の方法を行つて *Tryptophane* の定量をしてゐる。この教室でも松山助教授が *protein* に *reagent* を加へ *acid* で加水分解し、比色法に依り *Tryptophane* を定量する方法を研究してゐる。

7. *Voismet's reaction*.

少量の *HNO<sub>3</sub>* の存在で *Formaline* の少量を加へ *conc. HCl* を加へて熱すると、矢張り紫の色が出る。之は *Milk* に *formaline* を加へた不正品を検べるのに便利な反応である。即ち *Milk* 中には *Casein* が入つてゐるから、*HCHO* が入つてゐる時は *HNO<sub>2</sub>* を加へ *con HCl* を加へて色が出れば不正品である。以上、*Adamkiwicz's reaction* よりのちの反応を見るに、*reagent* に *aldehyde* が入つてゐることが特徴である。一般に *Tryptophane* は酸の存在で *aldehyde* と色素をつくることを特長とする。故に大抵の *aldehyde* が試薬になり得るわけである。そ



此なのに特殊の aldehyde がつかはれるのは特にさぬいな色を出すのを検定されて試薬になつてゐるわけである。

8. Sakaguchi's reaction.

Arginine 定性によい反応である。Hypochlorite (NaOH に  $Cl_2$  gas を通ずるとよい) と 75% alcohol に 1% に  $\alpha$ -Naphthol をとがしたものを加へた二つの reagent を用ゐる。protein の solution をとつて  $\alpha$ -Naphthol solution を加へる。そして hypochlorite を加へる。

9. Sulphur reaction.

蛋白質に S-haltig の Amino acid が存在すれば protein solution に conc. alkali を加へ更に醋酸鉛を加へ boil すると真黒の硫化鉛の沈澱を生ず。

10. Morisch's reaction.

protein solution に  $\alpha$ -Naphthol の alcohol solution を数滴加へ、conc.  $H_2SO_4$  を静かに試験管壁を通して落すと、redish violet が界面に出る。 $\alpha$ -Naphthol の試薬はなるべく新しくつくる。之は前記

Carbohydrate の時述べた如く本来は Carbohydrate の反応である。然るに蛋白質中には Carbohydrate group を持つものがある。そんな protein ではこの反応が positive である。如何なる protein が Carbohydrate を持つかは議論の分れる所であるが、卵白では ovovitelin でなければ Mucoid substance には確かに Carbohydrate が存在する。albumine を結晶状態にしても出てくるが、それが albumine の本来の性質か、Mucoid がまだ contact してゐる結果出るのか確定しない。

11. Jaffer's reaction.

protein solution に picrinsäure od. 此の solution を加へ NaOH を入れて加熱する。redish orange color が出る。之は protein 中に Ring structure の存在することを示すものと言はれ、protein の構造に非常にやがましい議論の元となつた反応である。

12. Dinitrobenzene reaction.

protein solution に Dinitrobenzene

と NaOH を加へると、pink colour が  
出る。之も protein 中の ring structure  
が存在する為と称せらる。

§ 99 Precipitation test.

1. 漸 alkali 性 solution に重金屬塩類を加  
へると protein は沈澱する。普通用ゐらる  
のは醋酸鉛、昇汞、塩化鉄、硫酸銅、或は  
硫酸亜鉛である。又漸酸性溶液に於て、  
amino acid は錯アミノを持つたいろいろ  
の酸に依つて沈澱する。B. Phospho-  
tungstic acid, Phosphomolibdic acid,  
Tannic acid, picric acid 等所謂  
alkaloid reagent に依り沈澱する。之  
等の沈澱を生ずる理由は protein の  
colloidal molecule の凝集の結果沈澱を  
生ずるのである。

2. Protein の solution は中性塩の conc  
solution を加へることにより沈澱する。そ  
の為  $MgSO_4$  ( $NH_4$ ) $_2SO_4$  の saturated  
solution が使用される。此の反應は一つの  
protein の脱水作用で、この作用の結果、

蛋白質の molecule が凝集して solubility を  
減じ沈澱する。之は可逆反應である。

3. protein solution に alcohol を加へ適  
當の濃度になると、沈澱を生ずる。この反應  
も又一つの dehydration である。且つ沈澱  
作用を 0°C 附近で行ふと reversible で水を  
加へると再びとける。が常温では化学變化を  
起し、denaturation をおこして、水を加  
へても再び溶解せぬ。即ち irreversible であ  
る。

§ 100. Systematics.

protein の化学的研究は今日なほ不完  
全の域を脱しない。故に Systematics も  
universal のものはない。然し比較的穩當と  
思はれるのは英國生理学会及米国生物化学会  
で定めたものであらう。この二つはほとんど同じ  
で、ただ少し異なつてゐるに過ぎぬ。今、

U. S. A. の system をあげると、

I. Simple protein

a) Albumin c (英國で)

b) Globulin d. c) Glutelins e

- d) Protamins f (英国では alcohol soluble proteins)
- e) Histones
- f) Protamins g) Phosphoproteins

II. Conjugated proteins ; 蛋白と他の group との結合せるもの。

a) Chromoproteins

色素と蛋白の結合せるもので血液中の Haemoglobin タコ、イカ等の Haemocyanin 等。

b) Glycoproteins.

Carbohydrate と Protein の結合せるもので動物の粘質物は之、即ち Mucin, Mucoid 等。

c) Phosphoproteins

磷酸と protein の結合せるもの、牛乳中の Casein、卵中の Vitellin 等。

d) Nucleoprotein

Nucleinsauce と Eiweiss の結合せるもの。

e) Lecithoprotein

Lecithin と Protein の結合せるもの、Lecithoprotein なるものが果して存在す

るか否かは未だ議論がないわけではない。が存在すると言ふ説が漸く有力となりつつある。

III. Derived Protein; 蛋白が多少なり分解して生じたものである。

- 1 Proteans
- 2 Proteose 等

等々分けてあるが境界がすこぶる曖昧である。

Biological Classification

A. Vegetable proteins

I. Intracellular Proteins

- 1) Albumins } Cytoplasma protein
- 2) Globulins }
- 3) Gliadins
- 4) Glutelins
- 5) Nucleoprotein

Food reserve in Seeds

B. Animal Proteins

I. Intracellular Proteins

- 1) albumins } Cytoplasmic protein
- 2) Globulins }  
 & as food reserve for young
- 3) Histones ---- Present in gland cells & immature generative cells
- 4) Protamins ---- Present in mature generative cells
- 5) Nucleoproteins ---- Cell nucleus

II. Extracellular Proteins

- (A) Connective tissue protein
  - a) Collagens & Gelatin
  - b) Reticulin
  - c) Elastin

Supportion or Skeletal material

- (B) The epidermal Proteins
  - a) Keratins (Hair, Wool & C.)
  - b) Silk

Protective material

- (C) Mucoproteins (Glucoproteins)

- a) Mucin } Slimy material
- b) Mucoid } lubricating function
- (S) Pigment carrying Proteins
  - a) Haemoglobin }
  - b) Haemocyanins }

Material with a respiration function.
- (E) Food Proteins for young
  - Phosphoproteins ---- Present in milk & egg yolk

第二十八章

§ 101 Protamins

之は成熟した動物の Spermcell 中に特有な蛋白質で、細胞核中の Chromatin はこの protein と Nucleinsäure の結合したものの如く思はれる。この protein の N 含量は 25 ~ 30% で、硫黄が多い。S-free である。即ち Cystin or Methionine 4 C の Amino

acid を含まない。この protein に conc. alkali を加へて  $\text{CuSO}_4$  solution を下すと、pink colour を呈する。即ち、天然蛋白質中構造が簡単な様に思はれる。鹼基性が強く、ラクトムスを青変する。又空中の  $\text{CO}_2$  を吸収して Carbonate をつくる。水には可溶性、alcohol, ether 等には不溶性で加熱に依つて凝固しない。斯の如く簡単な構造と思はれるが、Semipermeable membrane を通らない。Inorganic acids と stable の化合物をつくり、多数のものは結晶性である。Pepsin は作用しないが Trypsin 及 Polypeptidase は之を加水分解する。この種に属するものに、いろいろあるが一番よく研究されてゐるものに奥類の Protamins がある。その主なものは

1. Salmin

Salmon の sperm の protamin で最もよく研究されてゐる。Composition は  $\text{C}_{81} \text{H}_{155} \text{N}_{45} \text{O}_{18}$ 。N 含量 30.80%。optical rotation  $-81^\circ$ 。加水分解すると 87.4% の alginine 11% の Proline, 7.8% の Serin, 4.3% の Amino

valerianic acid 等となり、之を M.W. で除すと 10 分子 Alginine, 2 分子 Serin, 2 分子 Proline, 1 分子 Amino valerianic acid となる。

2. Clupein

ニシソの sperm から攝れるもので Salmin と殆んど同じ構造である。全 Nitrogen の 88-89% が alginine で、それ以外には Alanine Serin, Proline 及 Amino valerianic acid のみ。この結果から見ると Salmin と Clupein の差は Salmin の Serin の 1 分子が Clupein では Alanine に置き換へられてゐる様に見える。

3. Sturin

テウザメの sperm 中の protamin で色々の三つの amino acids 全部を含有する。即ち Total Nitrogen の 84% が Diamino acid の N で alginin 58.2% Histidin 12.9%, Glysine 12.9%。他のものは Leucin と Alanine である。

4. Scombrin

Mackerel の sperm 中にある。之が恐らくは protamin 中でも最も簡単なものらしい。普通は只三つの Amino acid が持たぬ。即ち全 N の 88.8% が Alginin 3.8% が Proline 残りが Alanin である。

2 の Protamin の類には特別の生理作用があるので興味がある。之等の蛋白質を動物の静脈内に注射すると急速に血圧が亢進し、呼吸頻数減少し微量で動物が倒れる。Z. B. 10 Kg の大に Clupein を注射すると 0.15 ~ 0.18 g で死に到る。Sturin 0.20 ~ 0.25 g で死ぬ。致死量以内の注射は前記の徴候が 30 分間以上続く。注射後徴候が消滅した後又致死量以内注射しても、同じ徴候を呈し、antigen とはならぬらしい。且つ protamin を注射すると血液は非常に凝固し難くなる。又白血球がすくぶる減少する。

Protamin は Diamino acid 特に Alginin に富む。故に之等の生理作用が或は Alginin に因るかも知れぬといふ疑が起るが、Diamino acid そのものではそんな徴候がない。即ち特種の生理作用のない

Diamino acid の結合に由り始めて之等の作用が出てくるものと考へねばならぬ。

§102. Histones.

Histones は protamins に次いで簡単な物質である。矢張 Diamino acid に富んでゐて、N含有量が 17 ~ 20% で普通の protein よりは多い。Diamino acid が多から塩基性は有するが protamin に比すと非常に弱い。この種の protein は各種の gland cell に多いが、その他、いろいろの protein と結合し、いはゆる Conjugated Protein を成す。Z. B. Haemoglobin は globin なる一つの Idistone と Haemochromogen との結合せるものである。又細胞核質物の主成分なる Nucleoprotein は Nucleinsäure と夫々の Histone の結合せるものである。

§103. Albumin.

pure water に soluble の protein でその代表的のものは Egg albumin

♀ Serumalbumin である。この proteins は塩基性と酸性とがほとんど平角し Proteins の代表的種類である。故に Albumin と言ふ言葉は Protein 全体を示す場合にも用ゐられる。この内最も精製し易いのは Eggalbumin で Sørensen は次の方法で之を立派な Crystall とすること成功した。即ち卵の白味一容を取り  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  の saturated solution を same volume 加へ、mixture を綺麗に濾過し、なほ  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  の saturated solution を滴下して行くと滴の周囲に沈澱が出来る。攪拌して消える間は加へて消えぬ点に達する。この時 0.2 N の  $\text{H}_2\text{SO}_4$  Solution をつよく攪拌し下ら滴下すると  $\text{H}_2\text{SO}_4$  が滴下される毎に沈澱が生ずる。之は攪拌に由つて消えるがだんだん解けがたくなる。最後の 1 drop で沈澱が解けなくなる。此処で試薬を加へることを止め、冷所に放置すると、1~2 時間後結晶しはじめ数日後完成する。

この種の Albumin の外に Lactoalbumin がある。植物には種子他にも非常に分布が広い。かくの如く purify した Albumin でも

Morisch の反應を興へる。即ち Carbohydrate group が存在する。實際 10 Kg の Albumin から 10 g 以上の Osazone が得られるが、之が本當に albumin の molecule の形成に興つてゐるか、それとも Egg 内の粘質物の混合を除ききれず残つてゐるのか未解決の問題である。

植物質 albumin のうち

Leucosin は小麦、大麦、ライ麦中に、Legumelin はソラマメ、マハズエンドウ、大豆、小豆等に Phaselin は隠元豆に、Ricin は蓖麻子に存在する。

#### §104. Globulin.

globulin は neutral salt に soluble であり出すに通常 10% NaCl 水が用ゐられる。動植物の細胞内蛋白として albumin と共に最も重要な且つ分布の廣い蛋白である。植物性蛋白の中には、結晶状態で得られるものが少くない。結晶をとり出すにいろいろの方法があるが、例へば Globulin の中性塩溶液の Dialyse を行ふことによつて得られる。場合

に依ると脱脂した麻の実の *Edestin* の如く  
 3% 食塩水を 60° にして *extract* すると冷却  
 するにつれて *Edestin* の *crystall* がとれる。  
 動物質 *Globulin* の主なものは *Fibrinogen*  
 (*Blood*)。血液が凝固するのは *Fibrinogen*  
 が *Fibrin* となるからである。

*Myosin* (*Muscle*)、*Serumglobulin*、  
*Lactoglobulin* (*Milk*) 植物性 *globulin* は  
 非常に多いが有名なのは  
*Edestin* (大麻)、*Cucurbitin* (南瓜の種子)、  
*Legumin* (ソラマメ)、*Glycinin* (大豆)、  
*Excelsin* (*Brazil-nut*)。

結晶状にとられるのは豆麻の実、蓖麻子、

*Cocoa-nut*、胡麻の実、綿実、向日葵、大  
 根、カラシナノ実、ソバ、トマト、小豆等から。

### §105. *Prolamins*

*Prolamin* と言ふのは 60~80% の  
 可成強い *alcohol* に *soluble* なる特性を有す  
 るものであるからこの *protein* を分離するこ  
 とは比較的容易である。成分上から云へば、こ  
 の種の *protein* は *Prolin* と *amid N* に

富んである。なほ *Dicarboxylic acid* 特に  
*glutaminsäure* に富み *diamino acid* に乏  
 しい。この *protein* は植物特有のもので代表  
 的のものは *gliadin* (*wheat*)、*Zein*  
 (*Maize*)、*Hordein* (*Barley*)、*Sorghumin*  
 (芦粟)、*Kefirin* (*Kefir*) 等である。

*Diamino acid* に乏しい故栄養價値が極めて  
 少い蛋白で之等の *protein* を主成分とする穀  
 物を主食とすると栄養不良となる。以上の如く  
 之等の蛋白は何れも禾穀類に最も多いが、例外  
 は米である。*Ioffman* は米の中にも *Prolamin*  
 が存在すると述べてゐるが、甚だ疑はしい。若  
 し含有されてゐるとしても微量である。

*Osborne* & *Wakeman* は *Milk* の  
*protein* 中の *alcohol soluble* のものが  
 存在すると言つてゐるが、その *protein* を分  
 析すると *Amide N* が非常に少い。故に本箇  
 の *Prolamin* に属するか否か疑はしい。故に  
 此の例を例外とする動物からは未だ此の種の蛋  
 白は発見されてゐない。

### §106. *Glutelins*



この *glutelins* に属する *protein* は中性溶媒には溶けず、唯酸及 *alkali* に溶解する性質を持つてゐる。之も亦植物に特有な蛋白質で禾穀類に豊富に含有されてゐる。代表的のものをあげると、

*Glutenin* (*wheat*), *Oryzenin* (*rice*),  
*Maize glutelin* etc.

### § 107. *Scleroproteins* (*Albuminoids*)

この種の蛋白質は今迄に述べて来た蛋白質とはその性質が著しく異なる。*solvent* には全く *insoluble* 且つ *glutelin* 迄の *protein* は *intracellular* のもので *cell* の形成に與るか、幼動植物の食物となる。然るに *Sclero-protein* はその生理的作用は全く機械的のもので、体組織の保護及支柱となるものである。而して動物界に存在に限られる。同じ様なものが植物界には未発見である。この種に属するものをあげると、

#### 1. *Silk*.

*Silk* は二種の *protein* から出来てゐる。*Sericin* 4 *Fibroin* である。*Sericin*

は生の絹絲の外部を被ふ蛋白質で比較的水に溶ける性質を持ち精練の際大部分取り去られる部分である。その *sericin* にかこまれる内部の纖維を *fibroin* と名づけ、絹絲の纖維としての主体は之である。両方共 *glycin*, *alanine*, *Tyrosine* を主成分としてゐる。

#### 2. *Keratin*.

毛髪、爪、蹄、角、甲等を形成する主な蛋白質で *solvent* にはとけず、*pepsin* にも作用されない。故に此の種の蛋白質を取り出すには、いろいろの *solvent* で *treat* し最後に、不溶に残るのを *Keratin* とする。*Amino acid* としては *Cystine* に富むのを特徴とする。

#### 3. *Gelatin*.

生の革若しくは骨等を熱水で抽出する時得られる。母体を *Colagen* と言ふ熱水で処理すると *Gelatin* となる。

*Tryptophane*, *Cystin*, *Tyrosin* 等が無く *Glycin* に富む。独立しても殆ど栄養價値はない。*gelatin* の生理的特徴は外の *protein* と頗る異なる。即ち外の *proteins*

は血清学的に *Antigen* となる性質を持つ。  
 Z. B. それらの *protein* の極微量を血管中  
 に注射して必要な間隔を置き必要回注射する  
 と血清に *Antibody* が出来る。即ち同じ  
*protein* を沈澱させたり (*Precipitine  
 reaction*) or *Anaphylaxy shock* を  
 起す物質が出来る。Antikörper を生ずる  
 元となるものを *Antigen* と云ふ。Gelatin  
 には此の性質が無い。即ち膠の *solution* は  
 安全に血管内に注射し得ると言ふゆけである。  
 負傷等に依り血液の多量を失った時 *Ringer  
 solution* を注射する。その時或種の  
*colloid* を加へるが結果がよい。大戦當時  
 負傷者に初めは *Ringer solution* に  
*Arabia rubber* を加へて注射してゐたが  
 後 *gelatin* に代へてよい結果を得幾万の人  
 命が救はれた報告がある。

4. *Elastin*.

軟骨、腱、結組織等に含まれ、成分として  
*glycin Leucin* 等を多量に含む。

5. *Spongin*.

海綿中の特種の蛋白で *Jodjorsäure* を含

むのを特徴とする。

§ 108. *Chromoprotein*

1. *Haemoglobin*

脊椎動物の赤血球に特有な *protein* で  
*Haemochromogen* なる色素と、*globin*  
 と云ふ一つの *distone* から出来る。Haemo-  
*globin* は Fe を中核として4個の *Pyrrrol*  
 核が連結せる構造を持つ。動物の種類に依り  
*Haemoglobin* が異なるか否かは永い間の問  
 題で今は決定しがたい事項だが、少くとも  
*Haemochromogen* は動物に依り差が無い様  
 である。然し、*protein* は栄養上極めて不  
 完全で、その欠点は主に *Cystin* の少いこと  
 と  $\alpha$ -*Amino*- $\beta$ -*oxybutyric acid* の欠け  
 てゐることである。

2. *Haemocyanin*.

頭足類、腹足類等の血球に含有される一つ  
 の色素で、 $O_2$  を失つた時には無色であるが、  
 酸化されると青色を呈する。この作用は  
*Haemoglobin* の脊椎動物に於けると同じで  
 ある。此の色素は未だ深く研究されてないが

一番興味のあることは *haemoglobin* が *Fe* を中核とせるに対し、之は *Cu* を中核とせることである。なほ *haemoglobin* は容易に色素と *protein* に分けることが出来るが、*haemocyanin* はそれが困難で、色素と *protein* の結合の様相も両者に於て異なると考へられる。

3. *Pinna*globin.

*Griffith* の研究に依ると、熱帯に産する一種の海綿 *Pinna squamosa* の中は *Mn* を 0.18% 含む血色素が存在すると言ふ事である。

4. *Phycoerythrin*.

海藻中に存在する色素で *Chlorophyll* と共に存在する。Chlorophyll は *Phytol alcohol* と色素の結合した一つの *Ester* である。*phycoerythrin* は色素と蛋白質と結合してゐる。この点で *Chlorophyll* と化学的に著しく異なる。

*Phycoerythrin* の吸収帯をしらべると、*Chlorophyll* に依り吸収される光線が吸収される様になる。即ち *Chlorophyll* を助け

て、*Chlorophyll* の吸収せぬ光線を吸収する。生理的性質は不明であるが、海藻の如き光線に乏しい生活様式には光線を十二分に利用する為、この種の色素が存在するかと思はれる。*phycoerythrin* の化学的研究は殆んど行はれてゐない。

§ 109. *Nucleoprotein*.

*Nucleoprotein* と言ふのは *Nuclein* + *protein* の結合したもので *Nuclein* とは *Nucleic acids* + *protein* である。この種の蛋白質は細胞核質物の主成分となるが、今日迄では蛋白質の側の化学的研究は殆んど為されず、研究の主力は *Nucleic acid* の向ひ、之は可成よくわかつてゐる。

§ 110. *Phosphoproteins*.

之は *protein* と *phosphoric acid* の結合したもので英國の分類法に従ふと、*Conjugated Protein* に歸入されてゐるが、U. S. A. では *Simple protein* に入れる。*Phosphoric acid* は *protein* の *Ester* 状に

結び付いたものらしい。代表的のものは *Milk* 中の *Casein*, *Egg* 中の *Ovovitellin* である。之等は いづれも 幼動物の食物となる *proteins* で 幼動物が *grow up* した動物と 栄養上最も異なる一つは 骨の形成と言ふ事である。骨には *Phosphoric acid* と *Calcium* が多量に要る。が天然は 幼動物の栄養物の最も大切なものに *Phosphoric acid* を結び付けて供給す。そして天然にある *Casein* そのものは *Phosphoric acid* と *protein* が結びつきそれが更に *Ca-Salt* を為す。動物の方と同じ様な考へから 植物の種子にも恐らくは *phosphoprotein* が廣く分布してあるであらうと想像されてゐるが、それは必ずしも事實と一致せぬ様である。ただ大豆の如きものには *Phosphoprotein* が存在する様であるが、まだ詳しくは研究されてゐない。

### § 111. *Glycoproteins*.

之等は今の如くは動物に特有な *protein* と言つて差しつかへがない。然し、石井淳二郎氏の研究に依ると、ヤマノイモの粘質

物は類似の蛋白質と言ふ事であるが、研究が不完全で果して左様かどうかは不明である。この種の蛋白質には二種類ある。即ち *Mucin* と *Mucoid* である。この二者の主な差は *Mucin* の方は *Chondroitin Schwefelsäure* を含むが、*Mucoid* は *Mucoid Schwefelsäure* を含むと言ふことである。

### § 112. *Preparation*

*Protein* を製するには先づその溶液を得ねばならぬ。その溶液を得るに二つの方法がある。一つは適當の *solvent* に溶解する。他の一法は生の動植物の組織を破壊圧搾して汁液をとる。その中から蛋白質を分離する方法である。然し普通の方法は前の方法である。その *solvent* として普通 *Water*, *neutral salt-solution*, *Dilute acid or alkali* と *60~80% alcohol* を用ゐる。

*protein* は非常に変質し易い不安定な物質なる故取扱には細心の注意をせねばならぬが、どの *Solvent* を用ゐる場合にも共通な注意は次の如し。

1. 即ち事情の許す限り低温で行ふこと。それは *acid or alkali* を用ゐる時特に必要である。然らざれば変質する危険が非常に大きい。又蛋白溶液には微生物が繁殖し易い。*Toluol, Chloroform* 等の防腐剤を加へても *infect* されぬと言ふ保証は付け難い。その点からも低温で行ふことが望ましい。

2. *Acid, Alkali* を使用する時は場合の許す限り *dilute* のものを用ゐること。 *conc.* のものを用ゐると直ちに変質して全く性質の異なつた *Protein* に移行するからである。

3. 必要以上の時間をかけないこと。 *Dialyse* の為 *Kollodion* 膜をつくる。

*Rona; Praktikum der physiologischen Methode, Fermentmethoden.*

前述の如く、いろいろの *solvent* で蛋白の *solution* をつくる。それから蛋白を沈澱せしむるにいろいろの方法がある。

1. Z. B. *Glutelins* の様り *acid or alkali* のみ可溶性で其他のものには不溶の時 *Solution* をつくつてその *acid or*

*alkali* を中和すると、 *protein* が沈澱する。

2. *Dialyse* を行ふ。 *globulins* の様な *Neutral salt* にとける場合の溶液について *Dialyse* を行ふと、 *Salt* が膜を通して除かれ膜の内部に *globulin* の結晶を生ずる。

3. *Dilution*; *globulins* の如き中性塩にとけるものの様な中性溶液若しくは *Pro-lamins* の如き比較的濃厚な *alcohol* にとけるものの溶液は各々を水で稀釈することにより沈澱する。

4. *Protein solution* に  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  の *conc. solution* を加へると沈澱する。例へば *Albumin solution* に  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  を *saturate* させると沈澱し、 *globulins* の大部分は半分飽和させると沈澱する。

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  のかわりに  $\text{MgSO}_4$  を用ゐる場合もある。

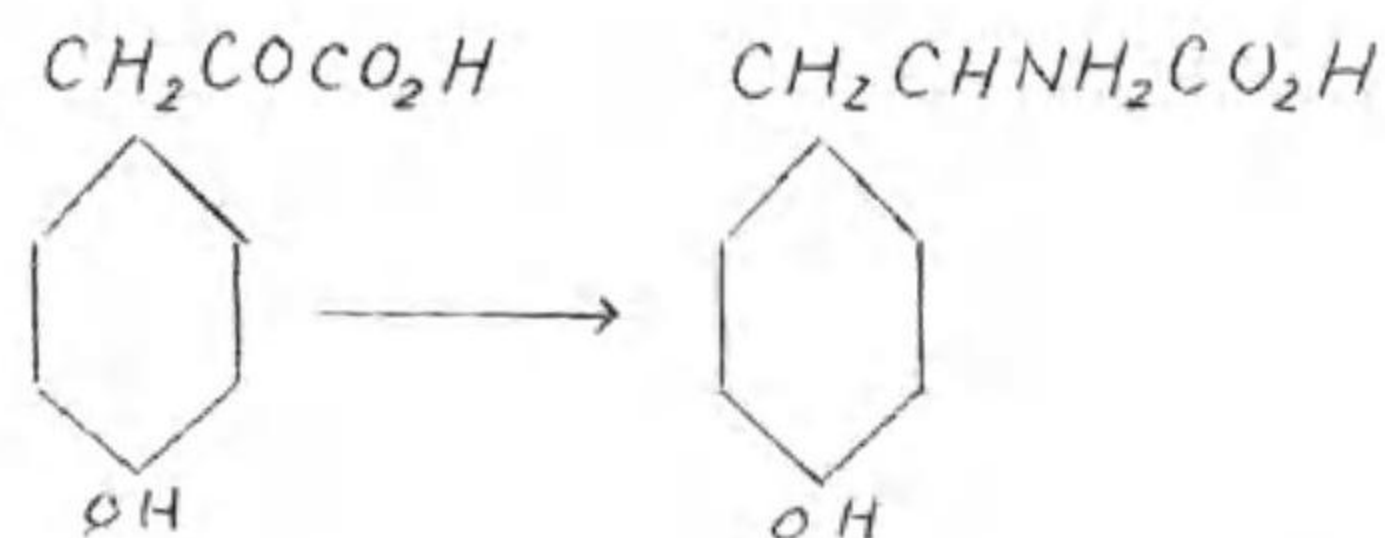
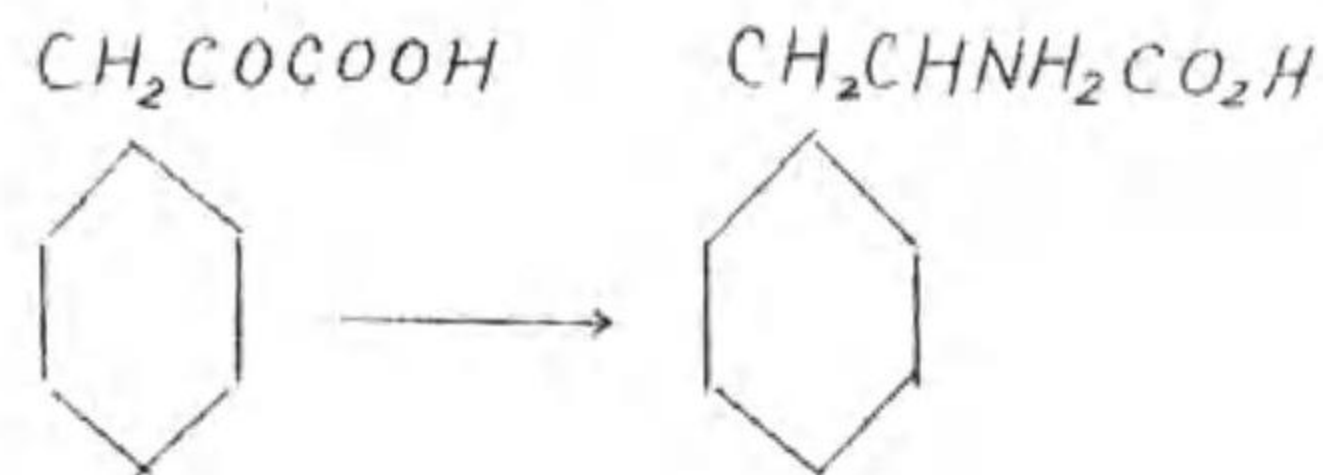
### 第二十九章 Chemistry of Protein Foods

#### § 113. The Synthesis of Amino acids

動物は絶対に安静の状態に保つ時でも一定の窒素物を体外に排泄する。その他毛、皮膚、毛髪等は伸びるか或は剥落して行く為、其等のNの損失は食物として補はねばならぬ。食物中Nの損失を補ひ得るものは Protein 若しくはその分解物である。動物は植物に比すと合成力 Anabolism が発達してゐないが、合成力を全く欠けばその種に特有な体物質を維持することが出来ないのである。それならば Amino-säure を合成し得るかと言ふに次の実験がある。

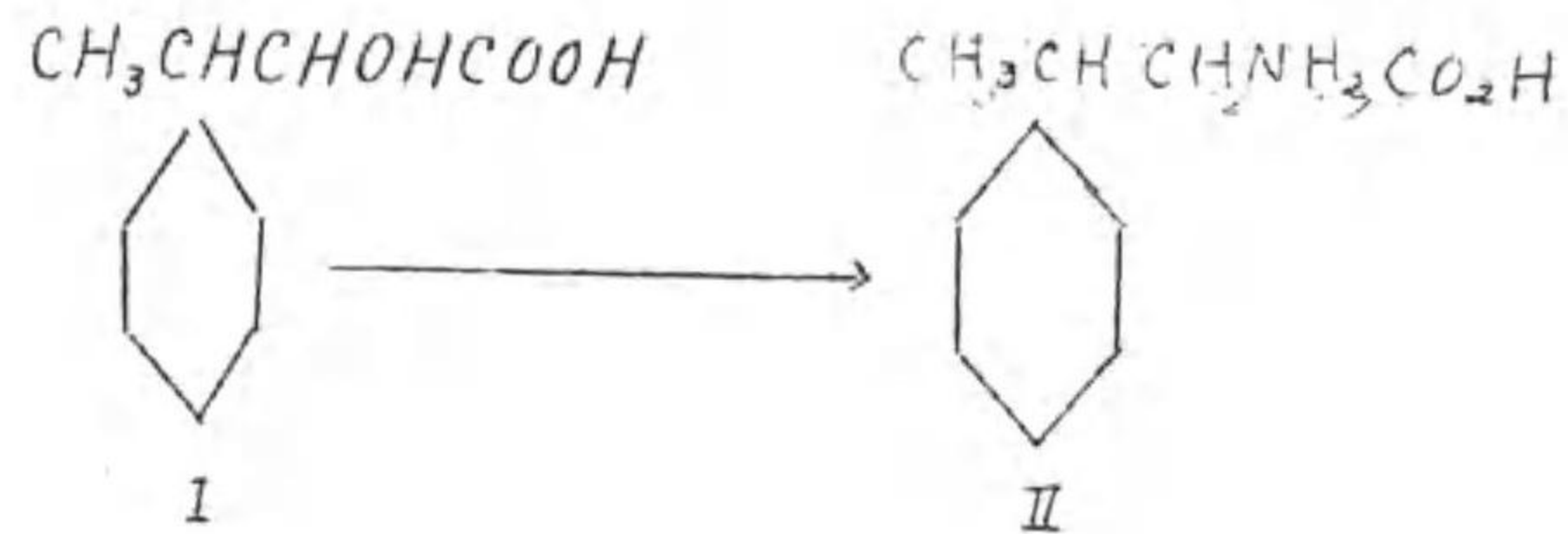
Embden u. Smitz (Biochem. Z. 1910, 29, 243 Biochem. Z. 1912, 38, 373) の二人は Idund の肝臓をとり出し、その生きてゐる間に phenyl pyruvic acid (phenyl Trauben-

säure) を浸潤させたところ、Phenyl alanine の生成を見た。又 p-hydroxy-phenyl pyruvic acid を同じく処理したら Tyrosin の合成を見た。即ち、



之は実験室でも出来ることで、Keton に Ammonia を作用させ、触媒の下に還元させると Aminosäure となる。斯の如き接触還元作用は動物体内でも旺んに行はれるもので、茲に掲げた動物体内の合成作用も同じ mechanism に依ると想像される。Embden 等のこの研究は興味があるが大きな欠点がある。即肝臓を母体から切り離すと云ふ様な非常に abnormal condition に於て実験されたものである。そこで、Knoop & Kertess (Z. physiol. Chem. 1911, 71, 252) は生活

する動物のそのままを用いて、実験した。それ  
は  $\beta$ -phenyl-d-hydroxy butyric<sup>acid</sup> を  
皮下注射で與へ、尿を検したら、 $\beta$ -phenyl  
-d-amino butyric acid の排泄される  
のを見た。



この実験にも欠点がある。I も II も動物の  
normal の成分ではない (Körperfremde な  
り)。然し此の際動物体に特有な成分を用いて  
試験することは不可能である。即そんな物質を  
與へると、その動物の正常な生理的变化の  
cycle 中に入つて変化がわからぬからである。  
然しての Experiment に依つて或る種の形の  
有機酸から動物が Amino acid を合成する力  
をもつてゐることが分明するわけである。

然らば動物はすべての Amino acid を合成  
し得るかいなか、合成しようといへぬ。例へ  
ば Mc Ginty, Lewel & Marvel (J.

of Biol. Chem. 1924, 62, 75) は動物  
の  $\alpha$ -hydroxy- $\epsilon$ -amino caproic  
acid  $\overset{\epsilon}{\text{C}}\text{H}_2\overset{\delta}{\text{C}}\text{H}_2\overset{\gamma}{\text{C}}\text{H}_2\overset{\beta}{\text{C}}\text{H}_2\overset{\alpha}{\text{C}}\text{HCO}_2\text{H}$  を與へた  
NH<sub>2</sub> OH

が、それから lysine が生成されなかつた。そ  
うすると次の如き重要な結論を下し得る。即動物  
は適当な母体から Amino acid を合成し得  
る。がその能力は限定されるもので、或種のも  
のは合成し得、ある種のものはいし得ぬ。

#### §114. The Synthesis of Protein.

動物体を組織する蛋白は少くともその  
Species については特有なものがあると考へ  
られる。而して食物として摂るものは異種蛋白  
である。そうすると何等かの機構に依り他の  
Eiweiss から自己に特有な Eiweiss をつく  
ることは自明の理である。又食物の Eiweiss の  
消化管内に於ける変化を考へて見る。胃及小腸  
に於て食物の Eiweiss は Amino acid にま  
で加水分解され、それが腸の粘膜に依り吸収さ  
れる。過半は肝臓に於て他の変化を受け、残りの

部分が血液に依って運ばれ、種々の組織に到達し、その組織に特有な蛋白質を合成する材料となる。その裏からも動物の組織に蛋白質を合成する力のあることがうなづけるが、問題は、我々が食物として要求するものが *protein* それ自身が、それを構成する *Amino acid* かと言ふことである。若し *Amino acid* であつたら *protein* を授る必要はない。必要な *Amino acid* を供給すれば充分である。この問題は昔から非常に多数の人に依り研究されたが、ごく最近になり、完全に解決された。古い実験に依ると、*protein* の *Enzyme* に由る分解物を與へると、動物が完全に生育する。然るに *protein* の酸加水分解物を與へたのでは成功しない。それはその後になつて、酸加水分解に由ると *Tryptophane* の様な大切な *Amino acid* が破壊せられるに由ると言ふ事がわかつた。故に酸加水分解物の *Tryptophane* の如きものを補ふと動物が *normal* に生長する。之を以て見ると、動物が必要とする *Amino acid* を適宜に配合して與へると、栄養上障害がないと言ふことがわかる。即動物の要求するのは蛋白質

それ自身でなく、*Amino acid* なることがわかる。

食物として大事なことはいかなる *Amino acid* がどれだけ含まれるかと言ふことで、それに依り *Eiweiss* の栄養價値が定まる。斯の如く蛋白質の加水分解物で動物が生育することがわかつたが、それらの加水分解物はいろいろの *Amino acids* の *mixture* あるひはその中に從來発見されなかつた *Amino acid* が存在するかも知れぬ。それを発見する為各 *Amino acids* を分離し、それらの *Amino acids* を *mixt* して、動物をやしなつたところ、初のうちはそれに成功しなかつた。その後  $\alpha$ -*Amino-\beta*-hydroxy butyric acid をおきなふと、動物が差し支へなく生育することがわかつた。即今日では適当な *Amino acid* の適宜な配合に依り何の差し支へなく生育することが確定した。即食物として要求するのは *Amino acid* で *protein* でないことが確定された。



§115. Special Units.

前二節に於て我々は動物体の要求するのは蛋白質自身ではなく、それを構成する Amino acid なること、第二、適當の材料を與へると或種の Amino acid は動物体内で合成されるがその作用は限定されたもので、動物体で合成され得ない Amino acids のあることを知った。故に合成され得ぬ Amino acid が動物に不可欠とすると、それは食物として供給せねばならぬ。即 Amino acid 中には食物成分として不可欠のものと、他の Amino acid で代用されるもの、或は Amino acid 以外のものから合成されるものに區別される。その食物中に不可欠のもの、即食物成分として不可欠のものを special units とされる。それらあげると

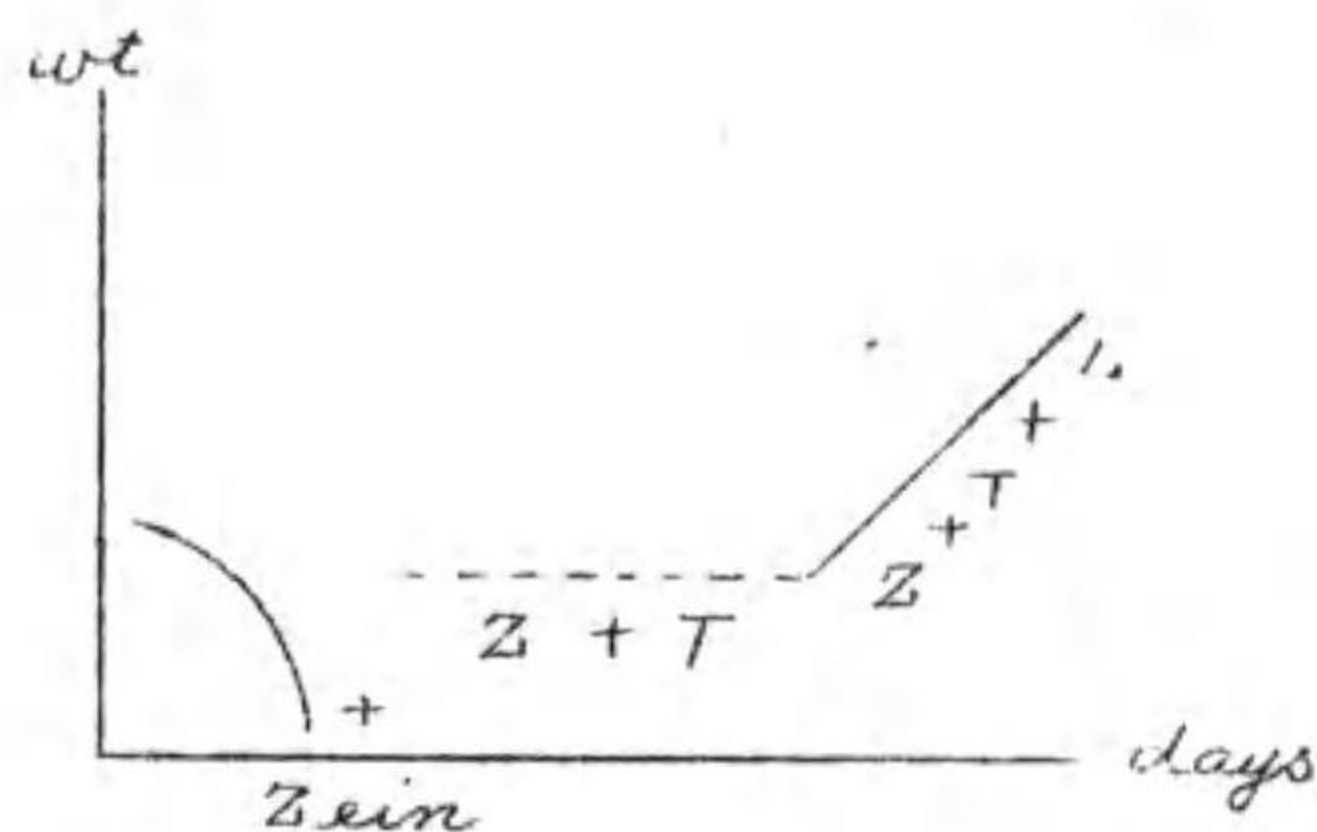
1. Tryptophane & Lysine.

Willcock & Hopkins (J. Physiol. 1907, 35, 88) は廿日鼠を Zein を蛋白質給源として養ったが、急激に体重の減少を来し、遂に斃死するに至った。Zein は Tryptophane & Lysine を全く含有しな

い。故に栄養上の欠陥は此の二成分を含有せぬことにもとづくものではなからうかとは當然疑はれる。両氏は此の2 amino acids を Zein に添加してやったら normal に生長することを観察した。同じ様な実験は

Osborne & Mendel (J. Biolo. Chem. 1915, 20, 851) が Zein に Tryptophane のみ、或は Lysine のみ補って試験したら、共に良好な結果を得ぬ。両者を補った時はじめて正常な發育をとげる。同じ実験は多数の人に依つて繰返され Tryptophane & Lysine が食物として不可欠の成分なることは確定された問題である。

Osborne 等の時代までは Tryptophane は生命維持に必要で Lysine は体重の増加の爲必要なることが唱へられたが、かゝる確然たる區別はなく、たしかに言ひ得るところは両方とも不可欠の成分であると言ふことである。Tryptophane & Lysine が体中で何か特殊の function を發揮するか、或は生活体にとって不可欠の物質の合成の材料になるかは未だわからぬ。即何故に必要か生理的根拠



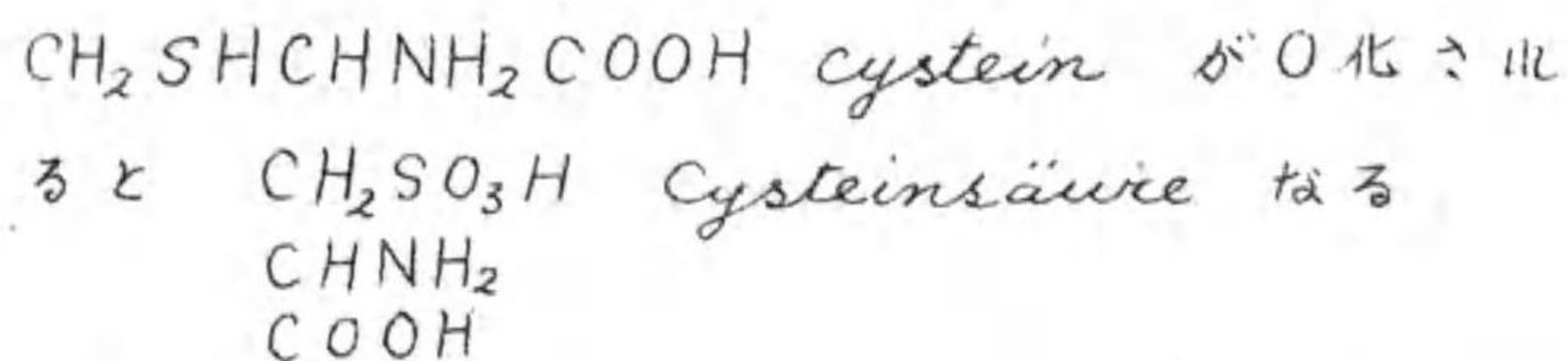
はまだわからぬ。古武氏らの研究に依ると *Tryptophane* を給与すると *Haemoglobin* の生成を促す。即 *Tryptophane* は *Haemoglobin* の pyrrol 体の形成の材料となる。*Haemoglobin* の pyrrol 体が何から来るかは未だ決まらぬが、もし古武氏の研究が真相を傳へるなら *Tryptophane* が不可欠な理由が明となるわけである。

2. *Cystine*

Osborne & Mendel (J. Biol. Chem. 1915, 20, 351) に従ふと、*Cystine* も亦動物栄養上不可欠の成分である。milk 中の *Casein* は比較的 *Cystine* に乏しい protein である。その *Casein* を protein source として Albino rat を飼育すると 15% の特正常な發育を遂げるが

9% ではまだ不完全と言ふ事である。所がその 9% の *Casein* に適量の *Cystine* を補ふと正常に發育する。即 *Cystine* が適量に存することに依りはじめて動物が normal に發育する。即 *Cystine* が不可欠の成分なることがわかる。

*Cystine* が生理的に必要であると言ふこともすべて判然したとは言へぬが、*Cystine* の reduced form である



sulfonsäure となり、 $\text{De CO}_2$  作用をうけて  $\text{CH}_2\text{SO}_3\text{H}$  Taurin となる。之は膽汁  $\text{CH}_2\text{NH}_2$

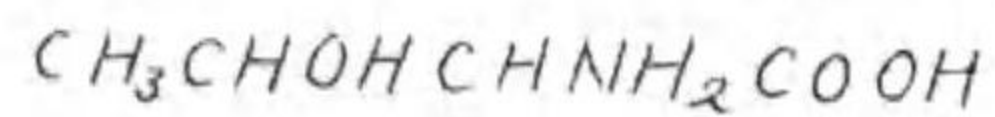
酸の主要な成分であるところの Taurocholic acid の成分で、その Taurocholic acid は fat の吸収に欠くべからざる成分である。又組織内には glutathion と称する組織の酸化に不可欠の成分のあることは前述の通りである。その glutathion の酸化された form は *Cystine* を、還元された形は

Cystein を含む。單に此の二つから見ても Cystine の不可欠なることが証明される。

3.  $\alpha$ -amino- $\beta$ -hydroxy butyric acid

動物の必要とするものが Amino acid と仮定し、その必要な Amino acid が既に発見されつくしたとすると、動物は既知のいろいろの Amino acid の適當の配合物でやしなつて完全な發育を遂げねばならぬ。がその企てはことごとく失敗した。所が protein の蛋白質素に依る加水分解物或は酸加水分解物の Tryptophane を補ふと完全に發育する。そうすると未知の Amino acid で動物の生育に不可欠のものがあるとせねばならぬ。

そこでその Amino acid の探索に従つたら Butyl alcohol に可溶の Mono amino acid に属することがわかつた。そしてその有効な fraction を Cu-Salt とし、 $\text{CH}_3\text{OH}$  で treat すると Cu-Salt が  $\text{CH}_3\text{OH}$  にとける性質を利用し、Amino acid をしらべたら  $\alpha$ -amino- $\beta$ -hydroxy



butyric acid なることがわかつた。之を含有せぬ amino acids mixture では動物が生育しないから之も不可欠のものである。

4. Arginine & Histidine.

Amino acids mixture から之等をのぞいて動物を飼育すると生長しない。それを補つた時始めて生長する。故にこの成分も不可欠のものとおもはれる。然し Tryptophane & Lysine の場合のやつにはつきりは出ない。何故に必要かと言ふに、研究者に依るとこの二つの Amino acids は Nucleinsäure 合成の材料となると言ふ事である。Nucleinsäure は細胞核質の主成分なる故、その説が正しければこの二成分が不可欠といふことも肯定されるわけである。

5. Phenyl alanine, Tyrosine & Proline.

Phenyl alanine & Tyrosine は二つの所謂 Special units にかせへられるが、いづれか一方があればよいらしい。大体動物は  $\text{B}_2$  Kern を合成する力をもたぬ。然るに Adrenalin Thyroxine 等のいはゆる

1 hormone は phenyl alanine, or Tyrosine... を母体とすると考へられる。故に此の二つのいづれか一方が必ず存在すべきことも頷かれる。proline が果して special units の一つと考へらるべきか否か、不確実であるが、proline にとほしい Edestine で動物をやしなふと生長しない。Edestine は Cystine Lysine & Proline に乏しい。その Edestine に Cystine & Lysine を加へてやつても生長はするが、正常とは言ひがたい。Proline を補ふとはじめて完全に生長する。故に proline はおそらく special units の一種ならんと考へられる。

以上の special units の List を見るともつともいちじるしい点はいはゆる diamino acid がいづれもそうそうたることである。

故に protein を含有する食物の栄養價を考へる時 diamino acid の含量がすこぶる大切なこととなるわけである。

§ 116. Biological value of Proteins.

我々は既に動物の食物として要求するものは結局 Eiweiss のものではなく、amino acid である。而してその中に必要不可欠のものと然らざるもののあることを学んだ。又一方 protein の種類に依り、含有する Amino acid の種類、量、特に所謂 special unit の含量に差のあることを学んだ。故に當然 protein は種類に依り biological value を異にする。昔はどの蛋白でも同じ biological value をもつと考へたが、近來の研究はそれが誤りで、いろいろの proteins は特有の栄養價をもつことが明となつた。即この栄養上の價値を biological value と名づける。既に栄養上の差があるとすればそれを数字であらはせると一目瞭然で非常にのぞましい。企てた人も少くない。それらの数字は食物として取つた protein の N を 100 とし体内に蓄積された N の割合を出す。然し protein の栄養價値はそのとり扱ひ方、或は他の protein の有無に依つてちがふ、実際には一致せぬ数字

が得られる。即現在のところでは数字であらはず企ては理想的だが困難である。今 *protein* の *Biological value* を決定するのに影響する *factor* をあげると

1. *Digestibility* 消化率.

食物として取った蛋白質中消化されたもののみが栄養上役に立つ。不消化の部分は吸収されないことなしに糞に出る。消化とは胃及小腸に於て種々の蛋白質酵素が作用し、*Arumose*, *Pepton* 等の *process* を経て *Amino acid* まで加水分解せられ、腸壁から吸収せられ直に血液に入つて利用されるから、吸収される形にまで加水分解されるのを消化率と言ふ。消化率が *protein* に依つてちがひ消化されがたいのとされやすいのとある。即蛋白質酵素にて加水分解を受けやすいのと、にくいのとある。この *Digestibility* も *protein* そのもののみで論ずることが出来ず、処置方法如何で異なる。卵白の部分は生のものは却々消化しがたいけれども、*boil* するか *alcohol* で凝固させた後煮ると非常に消化されやすくなる。食品料理の意義の一つは

かくて消化を助けさせる為にあると見うる。

2. *Compensation*.

蛋白質は単独に用ゐられた場合と、他の *protein* と組合せて用ゐられた時とで *biological value* がことなる。その最もいちじるしい例は *geratine*、之のみを動物に與へたのでは全く役に立たぬが、他の蛋白質を組合せて用ゐるといくらか役に立つ。ある種の蛋白質が *biological value* に乏しいと言ふことは必要な *Amino acid* を含まぬが含んでも少量と言ふことで決定される。故に何等かの方法でその不足を補ふと完全な栄養價値を発揮するは当然である。故に二種以上の蛋白質を *mixt* して各の欠点を補ふと、単独に用ゐるより栄養價値が高まるのは当然である。概して禾穀類の蛋白質に豆菽類の蛋白質を混ざると栄養價値を増し、更に動物性蛋白質を加へるとさらに効力が発揮される。

Z. B. *gliadin + gelatin*

3. *Minimum & Maximum Quantity*.

以上のことから見ると動物の栄養を正常に維持するに必要なる *Minimum* がある。即

それ以下では栄養状態が悪くなる。その量で辛うじて通常の状態を保つ限界がある筈である。その *minimum quantity* はいろいろの *proteins* で動物試験がなされてゐるが、人間の場合に普通の食物についてそれが決定せる域に達してゐない。

蛋白の *excess* はおそれるべき障害を惹起し、その弊害は除かねばならぬが、*excess* の実験も困難である。何となれば *excess* に興へると先づ吐瀉して実験が出来ぬ。鼠はこの現象がない。鼠での実験に依ると、蛋白が飼料の 30% 存在すると危険である。それが我々にも当嵌るとすると蛋白は少くとも 30% 以下に保たねばならぬ。

4. 蛋白の栄養價値が興へかたに依つてことなる。総量は同じでも *intermittent* に興へるのと、平均して興へるのとでは効力が頗る異つてくる。

¥0.60

特211

789

昭和十二年九月十日印刷  
昭和十二年九月十五日發行

發行所 「帝大プリント聯盟」

東京市本郷區森川町七十四番地  
振替東京一三三五七七番

編輯兼  
發行者 坂井十二郎

印刷所 帝大プリント聯盟印刷部

【製複許不】

終