

榮 養 に 關 す る 通 則

近 藤 金 助

A. 緒 言

食料に供せられる物質は 複雑なる大分子化合物より 簡單なる小分子化合物に亙つて 多種多様である。もとより そのうちには 必須的でないもの 即ち 他の 物質を以て置換しても 吾人の榮養上 何等の障けをもたらさないものも多々あるが、之に反して 必須的な役目を持つて居るもの 即ち それがなくては 榮養障害に陥る物質も 亦相當 多數に存在するのである。かゝる物質 又は それを含む物料こそは 所謂 世俗の滋養物 又は 榮養劑といふ言葉に對して 眞に ふさはしいものであると云ひ得るであらう。

けれども 必須的な物質が 其の 役目を全うして效力を發揮するためには 同時に他の 必須的な物質も 亦 少くとも 完全に近い丈に 共存して居ることを 必要條件とするのである。之が 本題の 榮養に關する通則であつて 之を 通則として 特に 掲げた所以を2—3の 實驗例に就て 説明を試みる次第である。

B. 蛋白と 特殊アミノ酸

第I表 供 試 食 物 の 配 合

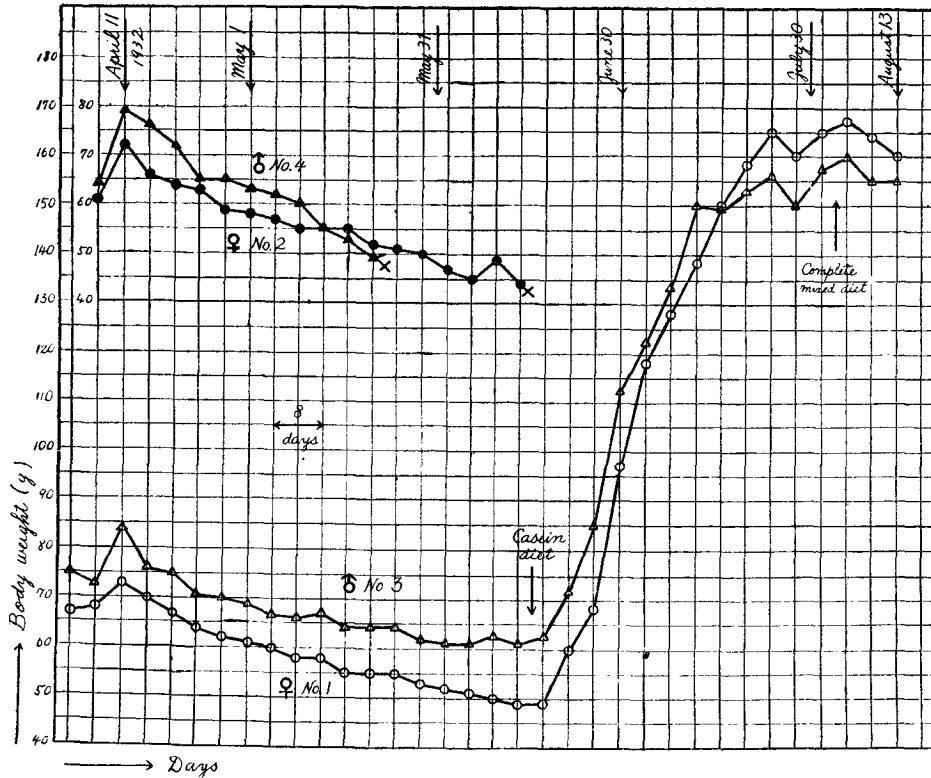
Kind of diet Nutrients	I Zein-diet	II Tryptophane-diet	III Tryptophane and lysine-diet	IV Casein-diet (Standard-diet)
Casein	g. 18	g. 17.46	g. 16.02	g. 18
Zein	—	—	—	—
Tryptophane	—	0.54	0.54	—
Lysine	—	—	1.44	—
Starch	67	67	67	67
Crisco	10	10	10	10
McCillum's salt	4	4	4	4
Cod-liver-oil	2 c.c.	2 c.c.	2 c.c.	2 c.c.
Oryzanin	2 c.c.	2 c.c.	2 c.c.	2 c.c.

栄養に関する通則

1932年4月から8月に亘つて第1表に示す所の食物にて白鼠を飼育して見た。

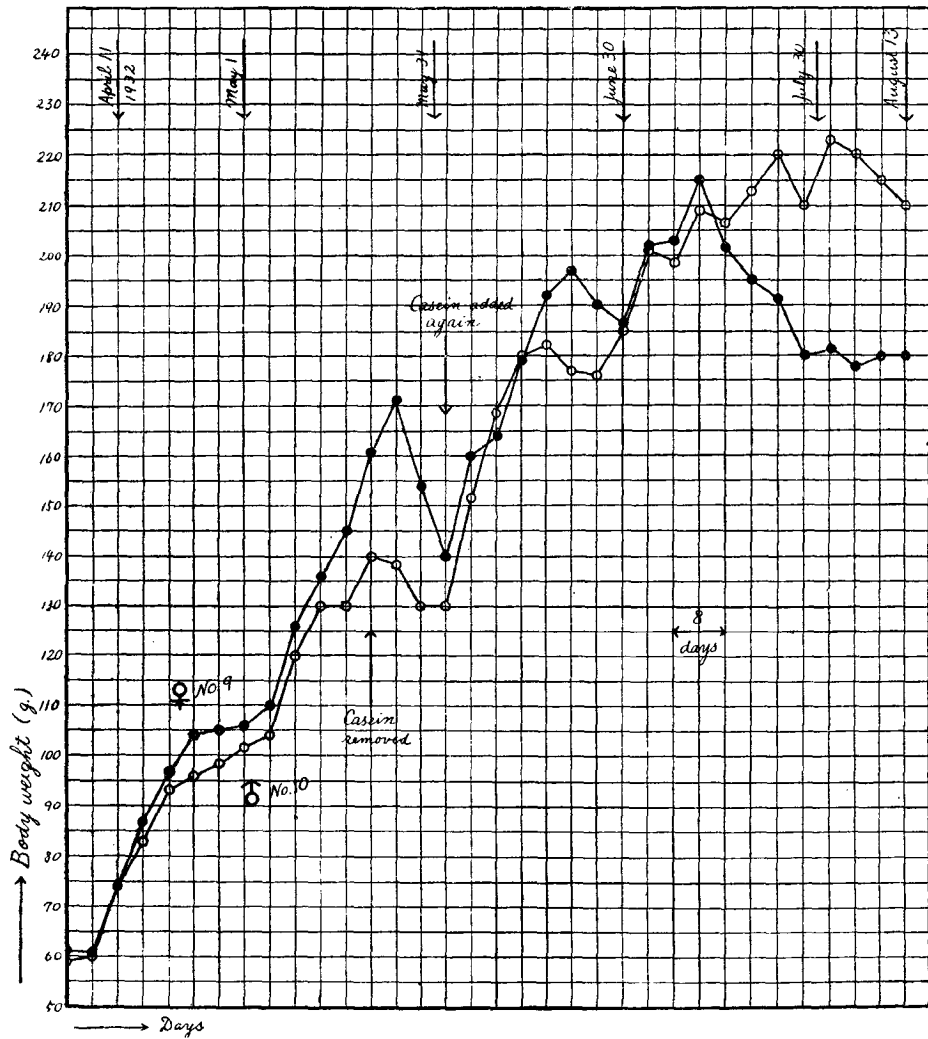
先づ第1表のIとIV即ち Zein-diet と Casein-diet とにて白鼠を飼育して見た結果を圖示すれば第1圖と第2圖の通りである。

第 1 圖



云ふ迄もなく此の二種の食物即ち Zein-diet と Casein-diet とは一方が食物蛋白として Zein を含み 他方が Casein を含むことだけが相違するのであつて他の點は全く相同じであるばかりでなく 養分の配合 及び Vitamins の供給等に於ては兩方の食物は 何等缺けた所がないのである。それにも拘はらず Zein-diet の方は第1圖が示す通り(試験食は4月11日から給與し それ以前は 完全食を給與して居つたのである。以下同じ)日に日に體重を降下し 40日乃至60日には斃死したが、No. 1及び No. 3 の如く 瀕死状態に衰弱したものゝ食物をかへて Casein-diet にすれば

第 2 圖



其の日から 回復の徴を示し 體重は増加したのである。又 第2圖の場合の如く 試験食が Casein-diet であれば 順調に生育するのである。尤も 此の場合には 試験の中間に於て 約2週間 Casein を 全く取り除いた食物にて 試育した時には 體重を減じたが、之は 當然のことであつて 再び Casein を食物に添加した後には 亦 體重を増進したことは 第2圖が 示す通りである。

榮 養 に 關 す る 通 則

斯くの如く此の兩種の食物は其の所含蛋白の種類が相違して居るだけで營養上顯著な差異を示したことから判斷すれば牛乳蛋白である所の Casein と 玉蜀黍蛋白である所の Zein とは一樣に蛋白と稱せられて居るが其の實著しく違つた營養價值を持つものであることがわかる。此の事柄は決して新事實ではなくして既に約30年前に Cambridge の Hopkins 先生⁽¹⁾ Copenhagen の Henriques 氏⁽²⁾等が発見した所であつて、其の理由をば Osborne 及び Mendel 兩氏⁽³⁾が約20年前に解明して居るのである。それによれば第2表⁽⁴⁾が示す通り Casein の水解物中には他の Amino acids と共に Tryptophan 及び Lysin も相當量存在して居るが Zein の水解物中には此の後記の二種の Amino acids が存在しないが爲めである。是に於て同氏等は此の二種の Amino acids を以て動物の生長及び體重維持の爲めに必須的なものであると結論したのである。

第 2 表
Zein 及び Casein の水解物中の Amino acids

Amino acids	Zein	Casein	Amino acids	Zein	Casein
	%	%		%	%
Cystin	0.75	0.25	Valin	1.9	7.93
Lysin	—	8.38	Leucin	25.0	9.7
Histidin	0.82	2.5	Prolin	9.0	8.7
Arginin	1.82	3.81	Oxyprolin	—	0.23
Tryptophan	—	1.6	Aspartic acid	1.8	4.1
Tyrosin	5.6	5.36	β -oxyglutamic acid	2.5	10.5
Glycocoll	—	(0.45)	Glutamic acid	31.3	21.77
Alanin	3.8	1.85	Ammonia	3.6	1.61
Phenylalanin	7.6	3.88	Sum	96.49	93.12
Serin	1.0	0.5			

爾來 Tryptophan は多くの研究者の興味を惹く所となり、就中 古武氏等⁽⁵⁾は

- (1) Willcock, Hopkins: J. Physiol., **35** (1906), 88.
- (2) Henriques: Z. physiol. Chem., **60** (1909), 108.
- (3) Osborne, Mendel: J. Biol. Chem., **17** (1914), 325.
- (4) Cohn, Conant: Z. physiol. Chem., **159** (1926), 96.
- (5) 古武: トリプトファンの生理學的研究 (昭和4年)。

Tryptophan の代謝過程と 生體色素との 關係を明かにし、併せて 短期間ではあつたが 白鼠の飼育試験をなした結果、l-Tryptophan, dl-Tryptophan 及び dl-Indolactic acid 等は 白鼠の發育を 促進せしめるのに効果的なものであるが d-Tryptophan, l-Indolactic acid 等は 非效果的であることを證明した。(古武, 岩倉, 市原) Rose, Berg 及び Jackson 氏等⁽⁶⁾も Tryptophan の 代謝過程を追證し l-Tryptophan はもとよりのこと dl-Tryptophan 並びに Tryptophan の誘導體のうち Acetyl-tryptophan 及び Ethyl-ester の如き代謝の結果 Kynurenic acid を 生成するものは 動物の發育に對して 效果的であるが Tryptophan の Benzol 誘導體 又は Formaldehyde にて縮合せるものゝ如き 代謝の結果 Kynurenic acid を 生成せざるもの 及び Kynurenin 等は 非效果的であることを明かにした。前田氏⁽⁷⁾も 魚肉蛋白の硫酸分解物はよき食物蛋白の代用とは なり得ないが、之に Tryptophan を補給すれば 完全な 食物蛋白となり得ることを報告して居る。

以上の研究は 何れも Tryptophan が動物の發育に對して必須的にして 又 效果的なものであると 結論したのである。然るに Mitchell 氏等⁽⁸⁾は 食物の蛋白源として 玉蜀黍 挽割のみを用ゐた場合に Tryptophan 及び Lysin を 共に補給すれば白鼠の生長は促進するが 此の 兩アミノ酸の 一方だけを補給したのでは 生長促進の效を認め得れないと報告して居る。之に反して Cary 氏等⁽⁹⁾は 同様な實驗に於て Tryptophan だけを補給した場合にも 効果があつたことを 認めてをるが Mitchell 氏等の主意は Osborne 氏等のものと同様であつて 之を 他言せば Tryptophan 及び Lysin は 夫々 動物の體重増進に對しては 必須的な要素であるが、二者共存の時 はじめて効果を擧げるのであつて 一方が缺けて居る時には 兩方とも効果を奏し得ないことを云つて居るのである。演者等は この事を明瞭にするために 第1表の II 及び III の如き食物 即ち 蛋白源として Zein に3%の Tryptophan を添加したもの 並びに

(6) Rose, Berg, Jackson et al: J. Biol. Chem., **82** (1929), 479; **85** (1929), 207; **87** (1930), x; **91** (1931), 513; **94** (1931), 661; **96** (1932) 697.

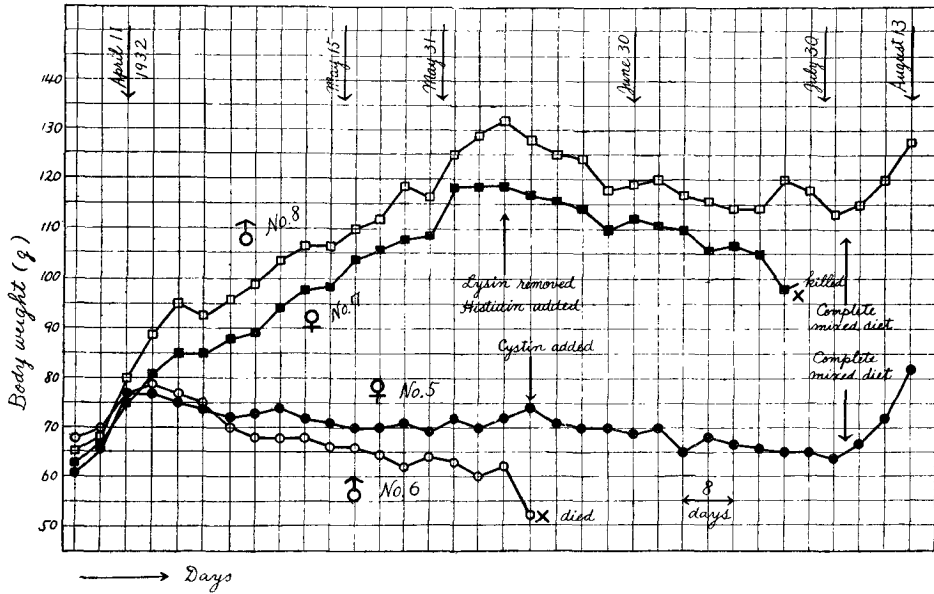
(7) 前田: 理研彙報, **11** (1932) 1098.

(8) Mitchell, Smuts: J. Biol. Chem., **95** (1932), 263.

(9) Cary, Kufnagel: J. Biol. Chem., **97** (1932), 32.

Zein に 3% の Tryptophan と 8% の Lysin とを補給したものとで 白鼠を養つて見たのである。其の 結果を圖示すれば 第3圖の通りである。

第 3 圖



第3圖のうち No. 5 と No. 6 とは 第1表の II の食物 即ち 蛋白源として Zein に 3% の Tryptophan を添加した食物にて 白鼠を飼育した時の 生長曲線である。之によれば 2 匹の白鼠が 何れも良好なる生育を遂げ得なかつたことは 易く了解出来るであらう。即ち Zein に Tryptophan を加へても 其の 効果は顯著にあらはれないのである。之と同様に Zein に Lysin だけを 8% 位加へても Lysin の 効果は毫も現はれなかつたのである (Osborne 氏等の實驗)。然るに No. 7 及び No. 8 の如くに Zein に 3% の Tryptophan と 8% の Lysin とを 同時に 添加した場合には 効果が顯著に現はれてくるのである。即ち 食物蛋白としての Zein の 缺陷を 補ふためには 其の 水解物中に存在しない所の(第2表参照) Tryptophan と Lysin とを 添加すればよいわけであるが、其の際 Tryptophan の 效力を發揮せしめるためには Lysin を 必要とし Lysin の 效力を發揮せしめるためには Tryptophan を 是非共 必要とするのである。即ち 一方だけ 加へたのでは 加へたものゝ 效力は 現はれてこないのであ

る。

由來 吾人は 動物の榮養に對して必須な Amino acids としては Tryptophan と Lysin との外に Cystin と Histidin とがあることを知つて居る。そこで 此の Cystin と Histidin とについても 效力を確めて見たのである。即ち 第3圖の No. 5 の如くに 食物蛋白として Zein に3%の Tryptophan を 添加しただけでは 效力を認め得なかつたので 試験開始後 約60日の後 更に3%の Cystin を加へたのであるが 效果は 殆んど 現れ得なかつたのである。

又 No. 7 及び No. 8 の如くに Zein に Tryptophan と Lysin を添加して 標準に近い生育を なすのを確めた後 此の 食物から Lysin を除いて Histidin を Zein に對して2%の割合に添加して見たが 次第に體重が減少して 其の狀態は 恰も Zein に Tryptophan だけを添加した時と同様であつて Histidin の效果は 殆んど 現はれなかつたのである。即ち 以上2組の實驗によれば Zein に Cystin 又は Histidin を加へても 無効であることが わかつたのである。然らば 何故 無効であつたのだらうか。

云ふ迄もなく Cystin と Histidin とは 動物の生育に對して 必須的な Amino acids であつて 而も Zein の水解物中には 他の完全蛋白 例へば 牛乳蛋白 又は 肉蛋白の場合に比べて 遙かに少なく含まれて居る。よつて 之を 補充して見たのであるが 効果が現はれなかつたのは Zein のうちに 此の二つの Amino acids が少量と雖も 必要量丈は 存在して居つたが爲めではなくして、寧ろ 以上2組の 飼育試験を通じて Zein に Tryptophan は補給せられてあつたが、Lysin は 補給されてゐなかつたが爲めであると信するのである。而して 此の場合 Lysin も 共に 補給されて居つたならば 必ずや Cystin 及び Histidin の效果は 顯著にあらはれたことと思はれる。

上述の實驗事實から考察すれば 蛋白分解物のうち Tryptophan, Lysin, Cystin, 及び Histidin 等は 何れも動物の 生育に對して必須にして 效果的のものであるが、そのうち 一つが缺ければ 他のものゝ效力は現はれ得ないことがわかるであらう。

されば 多數の研究者が Tryptophan は 生長促進作用を有するが如き結果を 報告して居るのは 彼等が主として用ゐた所の 蛋白水解物中に 相當量含まれて居つた所

榮 養 に 關 す る 通 則

の Cystin, Lysin 及び Histidin 等が Tryptophan と共同的に 作用した結果であつて Tryptophan のみの効果であるが如くに 解釋することは 正當ではないのである。かゝる事柄は 蛋白 及び 其の 水解物に對してのみ 適用し得らるゝのではなくして、他の 養素に對しても 同様に適用し得られる事柄である。例へば Vitamin A は 榮養上 必須的の役目を果すものであるが その 役目を果たすためには 他の 養素と共に 他の Vitamins 即ち B₁, B₂, C, D, 等も 亦 完全して居らねばならないのである。特殊無機成分である銅、滿俺、沃度等も 亦 その通りである。

斯くの如く 榮養上必須にして效果的のものは 多々あるが その 役目を果す爲めには 必須的の養素がすべて完全に近い程度に於て 共存して居ることを必要條件とするわけである。故に 此の 事柄を以て榮養に關する通則として 特に 掲げた次第である。

C. 榮養に關する通則の 一適用

Illinois 大學の William C. Rose 教授等⁽¹⁰⁾ は 7 年間を費して 既知の Amino acids 19 種を 單離精製して、然る後 之を 混合して 各種の Amino acids の割合が 丁度 Casein の加水分解物と 相似るやうな Amino acids mixture を調製して見た。今 其の一例を示せば 第 3 表の如きものである。

第 3 表に示したやうな Amino acids mixture に 他の 養素を混合して 第 4 表に示すやうな 食物を調製して 白鼠を飼育して見たのである。

第 4 表の 食物中には Methionine 及び Glucosamine を 合せれば 效果的 Amino acids が 18 % 含まれて居ることになり 又 Vitamin B としは 酵母を 毎日 2 g. 宛 與へたのである。それにも拘はらず 飼育試験結果は 甚だ 不良であつて 第 4 圖に於ける (I) 及び (II) が示すやうに 何れも 36 日間に 體重を 18—26 g. 減少して居る。

是に於て Rose 氏等は 其の 原因については 二つの事を考へたのである。

(1) Amino acids mixture に於て 2—3 の Amino acids を 今 少しく 多量に加へる必要はなからうか。

(2) 第 3 表 及び 第 4 表に示したやうな 20 種の Amino acids の外に なほ 少くと

(10) Rose et al: J. Biol. Chem., 94 (1931—32), 155.

第 3 表

Amino acids mixture と Casein の Amino acids composition

Amino acids	Amino acids mixture	Casein の Amino acids composition
Glycine	0.5 ^{g.}	0.45 ^{g.}
Alanine	3.80 ×	1.85
Valine	16.00 ×	7.93
Leucine	9.00	9.70
Isoleucine	2.50 ×	?
Norleucine	2.50 ×	?
Proline	8.00	7.63
Hydroxyproline	0.30	0.23
Phenylalanine	7.80 ×	3.88
Glutamic acid	22.00	21.77
Hydroxyglutamic acid	0	10.50
Aspartic acid	4.10	4.10
Serine	1.00 ×	0.50
Tyrosine	6.50	4.50
Cystine	1.25	?
Histidine	0	2.50
Histidine-hydrochloride	3.40	0
Arginine	0	3.81
Arginine-hydrochloride	6.35	0
Lysine	0	7.62
Lysine-dihydrochloride	11.50	0
Tryptophane	2.25	1.50
Sodium bicarbonate	12.86	0
Sum	121.66	88.47

× 印のものは 不活性のものであるから Casein の Amino acids composition に比して 倍量混合したのである。故に 此の 混和物 1.408 g. は 丁度 活性 Amino acids のみの 混和物 1 g. に 相當するわけである。

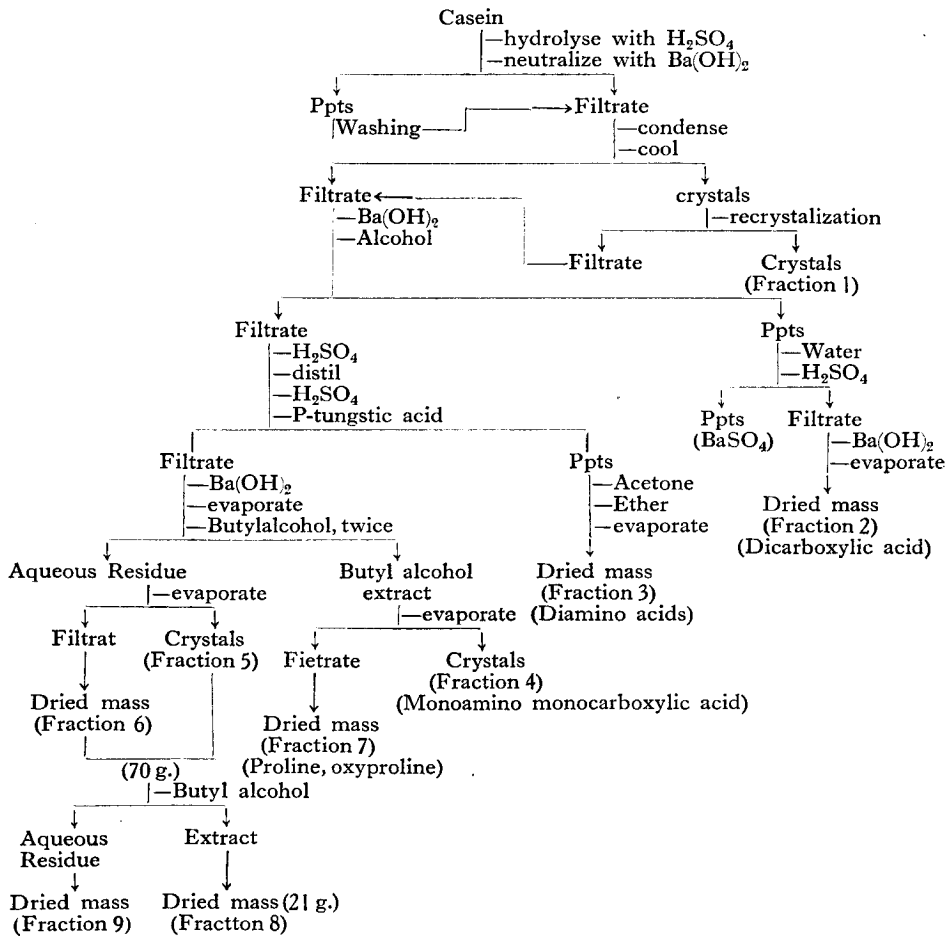
第4表 食物の組成

Amino acids mixture	23.8 ^{g.}	Salt-mixture	4.0 ^{g.}
Methionine (l)	0.3	Agar	2.0
Glucosamine hydroxide (d)	1.0	Lard	26.0
Na-bicarbonate	0.4	Cod-liver oil	5.0
Dextrine	22.5		100.0
Sucrose	15.0		

も 一 種 位 必 要 な も の が あ る の で は な か ら う か。

もとより 第3表が示す通り 此の 食物には hydroxyglutamic acid をば 加へてなかつた。けれども これが 必須的な要素でないことは 自明であり、又 後に於て直接 證明したことでもある。そこで Rose 氏等は(2)の原因に 重きを置いて 先づ 第4表に示した 食物の Amino acids mixture のうち 5 g. だけを Gelatine, Gliadin 又は Casein にて 置換したやうな 食物を調製して 48—50 g. の白鼠を飼育して見たのである。その 結果によれば Gelatine 及び Gliadin を添加した場合には 著明な好果は得

第 5 表



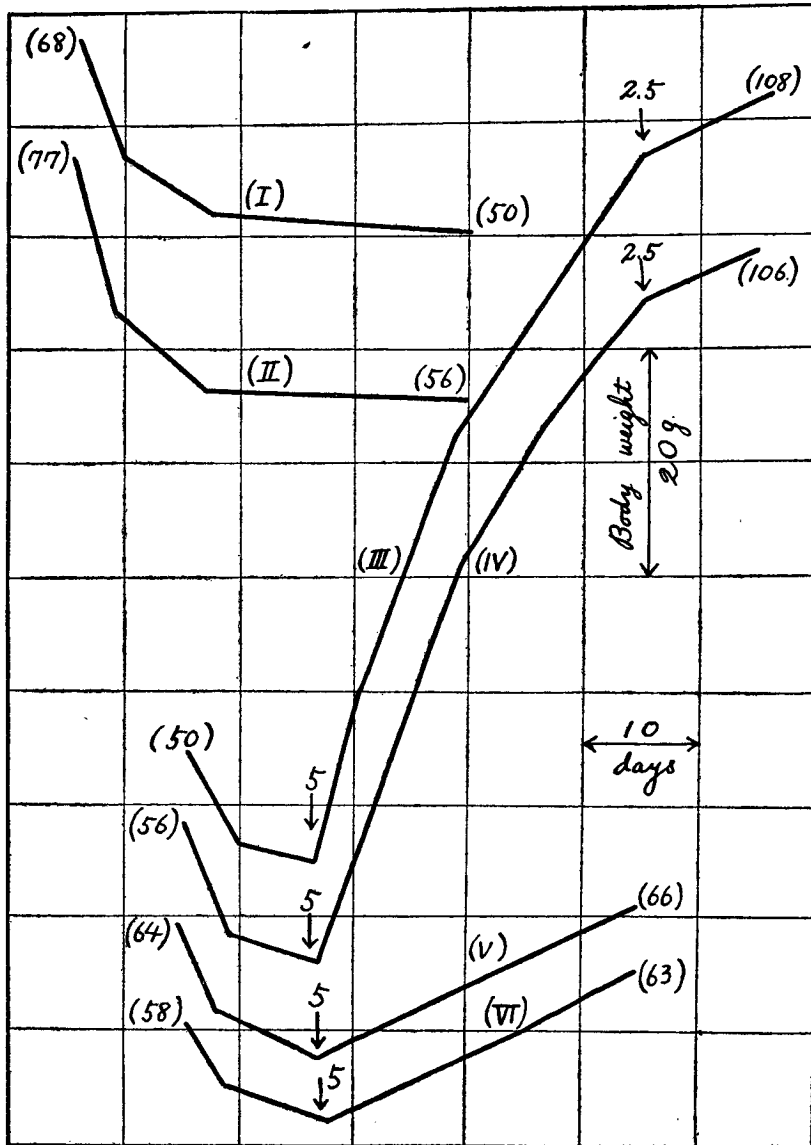
なかつたが Casein を添加した場合には 飼育日數 36 日間に 體重が 10—16 g. 増加した。是に於て Rose 氏等は Casein の中に 食物蛋白として必須な 未知要素が存在するものと考えて Casein を 材料として 此の 未知要素を 探索しようと企てたのである。即ち 2 kg. の Casein を 25 %の 硫酸を用ゐて 水解したる後 第 5 表に示すやうな操作を行つて 水解物を數個の部分に分ち 各 部分を乾燥したものについて 效力の有無を試験したのである。

第 5 表が示す通り Casein の加水分解物を 9 fractions に分別したのである。而して 第 4 表に示すやうな食物にて 體重 50—64 g. の白鼠を飼育して見た。其の結果は前記の飼育試験の場合と同様に 不良であつて 日に日に 體重を減少したのである。そこで 此の 食物にて飼育を開始した後 12 日目から 此の 食物の Amino acids mixture のうち 5 g. だけを 第 5 表に示してある fractions にて 置換して 飼育を繼續して見たのである。その時も Vitamin B の給源として 酵母を附與することを忘れなかつた。その時の結果を略述すれば fractions 1, 2, 3 を 夫々補給した場合には 僅かな効果を示したのみで顯著ではなかつたが fractions 4, 5, 6 を夫々補給した場合は 相當顯著な効果を示したのである。即ち 飼育日數 30 日間に 22—34 g. の體重を増加したのである。即ち fractions 4, 5, 6 の如き monoamino acids fractions のうちに有效物質があるといふ 見當がついたわけである。所が fractions 4 及び 5 から Butyl alcohol にて抽出した fraction 8 を用ゐた場合には 更に 卓效を示したのである。其の 場合の生長曲線を例示すれば 第 4 圖の (III) 及び (IV) であつて ↓印の所の數字は 其の日から置換補給した fractions の g 數を示すのである。而して fraction 8 を抽出した残渣 即ち fraction 9 にて 置換補給した場合の結果を 對照のため 第 4 圖に併記して見た。曲線 (V) 及び (VI) がそれである。斯くの如き結果によつて Rose 氏等は Casein の如き 生長を増進せしめ得る蛋白は 既知の Amino acids 以外に 少くとも一つの必須成分を含むことを認め 而も 此の必須成分は monoamino monocarboxylic acids fraction (Butyl alcohol soluble fraction) のうちに 存在するものであつて 此のものは 白鼠の生長に對して 卓效を奏するのであると結論して居る。

前田氏⁽¹¹⁾も 魚肉蛋白の水解物から monoamino monocarboxylic acids fraction を

(11) 前田：帝國學士院紀事，9, 6 (1933)，277.

第 4 圖



曲線の両端にある数字は 鼠の體重を示す。

↓印は 其の日から 供試品を補給したことを示し その上の数字は Amino acids mixture に置換補給した供試品の g. 数を示す。

調製し効果的であることを實驗し 此の fraction から 亞鉛鹽、銅鹽等を調製して 效

果的物質の分離を試みて居る。

斯くして 早晚、動物の生長に對して 必須的な效力を有すると云ふ新物質が 發見せられるやうなことがあらうとも 斯かる物質は 單獨では 奏效し得ないのであつて 效力を發現する爲めには 他の 必須的養素が 共存して居らねばならないことは 吾人の 榮養に關する通則に 述べてある通りである。

由來、蛋白を 榮養的に判斷する場合には 前の如く Amino acids を對象として居るのである。何となれば 食物蛋白の榮養的役割は 體蛋白を 構成する爲めに 必要な Amino acids を供給することである と解して居るからである。然るに 蛋白は 精製されたものでも 糖類、磷、鐵 及び 銅等を含有して居るのである。Casein の如き Phosphoprotein が 磷を含み Lecito-vitellin の如き 複合蛋白が 鐵を含んで居ることは 不審議ではないが 一般の蛋白も 亦 殆んど 恆成分として 糖類、磷、鐵 及び 銅を含んで居る。例を挙げれば 第6表の通りである。

第 6 表⁽¹²⁾

各種蛋白中の 灰分、磷、銅、鐵 及び 糖類の分量

Proteins	Ash	P	Cu	Fe	Carbohydrate
	%	%	%	%	%
Rice-glutelin No. 1	0.436	0.045	0.218	0.008	2.83
Rice-glutelin No. 2	0.553	0.074	0.158	0.009	1.30
Glutinous rice-glutelin	0.155	0.018	0.039	0.003	0.97
Crub-meat-protein	0.194	0.022	0.089	0.003	1.81
Lobster-meat-protein	0.271	0.027	0.053	0.003	0.99
Goat's milk casein	0.540	0.046	0.163	0.006	0.42
Ginnan-globulin	1.800	0.365	0.111	0.028	2.30

此の 事實を考慮すれば 食物蛋白の役目は 體蛋白を構成するのに必要な Amino acids を供給すること以外に 尙ほ 微量の 重金屬類を供給することをも 一つの肝要なる役目に算へねばならないと思ふ。何となれば 前述の Histidine, Tryptophan 等が 榮養上 特に 須要なものであると 考へらるゝのは 血色素の如き 生體色素を生成

(12) 近藤, 村山: 日本化學會誌, 54 (1933), 351,
近藤, 森: 同上, 966.

する爲めに 必要であるからであつて、それと 同時に 生體色素を 生成する爲めには 微量ではあるが 鐵、銅、滿俺等が 又 必須的の役目を果すのである。換言すれば 此等の 重金屬の微量存在によつて Histidin, Tryptophan 等の 特殊任務が果し得るのであると 結論し得る。然らば 蛋白が含んで居る所の 重金屬類に對しては 蛋白中の 特殊 Amino acids に對すると同様に 注意を拂はねばならんと思ふ。

而して 此等の 須要な任務を持つ物質が 夫々 其の 任務を果して 榮養的效果を擧げ得るのは 決して 單獨に存在して居る時ではなくして 須要な物質が 聯立的に存在して 協同的に作用する時にのみ 特殊効力が顯はれるのであつて 此の事は 前述の榮養に關する通則が 教へる通りである。

(1933 年 12 月, 化學研究所講演會に於ける 講演要旨)