生體の蛋白蓄積能に關する研究

Studies on the protein retention of the living body

第 II 報 食蛋白の變動と體蛋白蓄積能

(II. Report) Fluctuations of daily protein intake and its retention in the body

(昭和 28 年 7 月 13 日受理)

田 中 光 雄

(Mituo Tanaka)

I. 緒 言

著者は第一報に於いて、人體に於ける體蛋白蓄積を支配する生理的條件について研究し、これが第一に個體の現在の貯藏蛋白保有量に關し、第二に個體の蛋白同化能力の大小に關する事を見た。そして蛋白同化能の高い人は一度低蛋白食を経たる後はこれが一つの刺激となつて、蛋白同化能力を強く亢進せしめて、低蛋白食後の回復食期には低蛋白食前の蛋白保有量より以上の貯藏蛋白を保有するに至る事を明かにした。ここに蓄積せる蛋白は貯藏蛋白であり、且貯藏蛋白は生體に對して蛋白缺乏に對する低抗性を附與するものであるから、以上の蛋白貯藏現象を生理學的にながむる時は、これは生體が蛋白缺乏に對處して示した一つの適應現象と考え得る。即ち生體は一度蛋白缺乏に陥れる場合には、それに對應する機轉が發達して、蛋白の蓄積能力を増し、蛋白が豊富に與えられた機會には極力これを蓄積せんとするのである。而してこの回復時の高蛋白食によつて、蛋白保有量が低蛋白食前のそれよりも高まる事實は生體の蛋白缺乏に對する抵抗性が一度蛋白缺乏を経る事によつて、却つて増大する事を示し、蛋白缺乏に對する抵抗性も屢々低蛋白食を繰返す事によつて、一種の訓練を受けて增強せられる事が示唆せられている。この様に訓練の方法は結局低蛋白食と高蛋白食を交互に繰返す事であるが、併し一方この様に蛋白攝取量が強く變動する事は蛋白の利用率を損ずる事はよく知られている事實である。即ち生體が食蛋白を利用するに當つては、これより必要なアミノ酸、材料をとつて、生體固有の蛋白を合成するのであるから、蛋白攝取量の少ない時には必須アミノ酸に缺くるものを生じて蛋白の利用率を損ずる譯であり、従つて蛋白攝取量が變動するよりもその平均せられた蛋白を定常^{2,3)}的に攝の方がより能率的である事は近代營養學の常識である。

さて、第一報にも述べた如く著者は生體の蛋白缺乏に對する抵抗性を増強する爲の蛋白蓄積量の増加の方法を研究せんとするものであるが、第 1 報に於ては個體の性

質と蛋白蓄積性との關係を論じたから、次の問題としては食蛋白の攝り方と蛋白蓄積性との關係につき論ず可きである。そこで第一着手として蛋白攝取量の日變動とその蛋白蓄積能率との關係について、上記の相矛盾する考えの何れが正しいか、これを實驗的に明かにして、蛋白蓄積法研究の一環たらしめんとした。

II. 實驗方法

實驗對象としては營養實驗の本質に鑑みて人體につき行う可きであるが、併し蛋白缺乏に對する訓練効果を検討せんが爲には非常に長い期間の實驗を必要とし、且その効果の判定の爲には蛋白缺乏障礙の發生の難易を實證しなければならない爲に、對象としては總て白鼠を用いる事にした。そして、實驗を 2 つに分ち、第一は成熟鼠について食蛋白量の變動時(試験群)と恒定时(對照群)の蛋白蓄積効果を比較し、又、この様な飼育の結果として蛋白缺乏に對する抵抗性が如何なる變化をなすかを検討するを主眼として實驗した。又、第二は幼弱鼠を用いて食蛋白變動時と恒定时の成長速度(體重増加曲線)を比較する事を主眼とした實驗である。

(1) 成熟白鼠實驗

動物は何れも體重 200g 附近の若い成熟鼠を用いた。それは若い動物ならば蛋白が過剰に與えられた時は、これを幾分蓄積して、丁度第 1 報に述べた様な蛋白同化能の強い人と同様の態度を示すであろうと考えたからである。

そこで先ず鼠を後記の中蛋白食(標準食)にて飼ひ慣らし充分餌を食べる事が出来る様になつてから、これを 2 群に分ち、1 群はそのまま中蛋白食を續け、他の群はこれに高蛋白食と低蛋白食を交互に一定期間ずつ繰返して與える事とした。(以後これを高低蛋白食又は交代蛋白食と呼ぶ事にする。)この兩蛋白食の組成とか蛋白出納検査の細部は後に記するが、要はこの場合の高蛋白食と低蛋白食の蛋白含量の平均値は中蛋白食の蛋白含量と同一となし、且一定期間の低蛋白食の後には必ずそれと同じ期間だけ高蛋白食を與える事にした。従つて食蛋

白の負荷の總量としては標準食群（對照）と交代蛋白食群（試驗群）とは同一であつて、單にこれを時期的に平均して與えるか、偏重して與えるかだけの相違である。

かくして、この試験は次の如き 3 段に分つて行われた。即ち第 1 段としては、8 匹の鼠について、その中の 4 匹を對照とし、他の 4 匹を交代蛋白食とし、その交代期間は 1 匹は 3 日、次の 2 匹は 6 日、残り 1 匹は 9 日交代として、約 100 日に涉つてその蛋白蓄積の有様や體重の變化等を檢した。この豫備實驗によつて如何なる時期にて、高低蛋白食を交代せしめる事が低蛋白食訓練の效果を見るに最も適しているか、その大要を把握せんとしたのである。かくして動物は試験群も對照群も共に一齊に低蛋白食に移行せしめ、かくして體蛋白消耗の有様や體重の減少を觀察しつつ動物が斃死する迄低蛋白食を続け各群の蛋白缺乏に對する抵抗力を實際に試験して比較する事とした。以上の試験期は 3 月より 10 月迄であつた。

以上の試験の結果として鼠の蛋白出納試験は鼠の脱糞の時期が不定なる爲、3 日交代の高低蛋白食は餘りにも交代時期が短かくして甚だ不正確な成績しか得られない事、又、蛋白出納の試験には食量量の測定を特に綿密にしなければならぬ事が判つた。そこで第 2 段試験として、4 匹の鼠を 2 匹ずつ 2 群に分ち、1 群は對照とし、他の 2 匹は夫々 6 日交代と 9 日交代の高低蛋白食とした。かくして 100 日間これを續けて、特にその窒素出納を綿密に検査する事にした。又、この交代食後はこれを低蛋白食にかけて蛋白缺乏症を起させて、その抵抗性を檢した事は勿論である。（この試験期は 1 月より 8 月迄であつた。）

かくして蛋白蓄積効果並に蛋白缺乏に對する交代食の效果の大要が把握出來たので、第 3 段として 10 匹の鼠（同腹の Wister 系）を用い、その 5 匹を對照群、他の 5 匹を試験群として、試験群には 7 日交代の高低蛋白食を與え、之を 140 日間（10 月より翌年 2 月迄）繼續した後、屠殺して、その主要内臓（特に肝腎）の組成構造や蛋白保有量 Cathepsin 含量等を檢した。そして上記の交代食の蛋白蓄積能力や蛋白缺乏に對する抵抗性に及ぼす影響の機構を明かにせんとした。次に本實驗に際して採用した實驗手技細部につき項を分つて述べる。

（イ）飼育装置

白鼠飼育装置は小山の方法を改良して、第 1 圖の如き装置を用いた。即ち飼育箱としては、圖の如き直徑約 20cm の 2 つの篩（蓋槽と底槽）を重ね合せてつくる事とし、これに升形の匣をつけて、直徑約 30cm の硝子製の大きな漏斗の上に固定する。この内で蓋槽の方は單に鼠の動靜を見るに便利な爲に篩形にしたに過ぎないが、

第 1 圖 白鼠飼育装置

底槽の方は糞や食い残された飼料（残餌）を尿より分離して採集する爲のものである。それが爲に篩の網は之を 2 枚限りとし下の方は細目の金網（1.2mm 目）をおき、その上 2cm の處に 15mm 目の荒い金網をおき、糞が自由に落下して細目の網の上にたまる様にした。これによつて大きな残餌と糞並びに尿を夫々より分ける事が出来る。

この装置を用い毎日一定の時刻に動物を同一の別の装置に移したる後、糞及残餌を區別して除去し、その後に噴水瓶にて漏斗の表面に水を噴きつけて後、150~200cc の水にて丁寧に漏斗を水洗する。この場合水洗は急で行うと残渣が出来るから、先ず最初漏斗表面を水で濡して約 20 分待つてから徐々に水を流し、約 2 時間かゝつて水滴が充分落ち切つてからシリンドアを外す事にした。（この様な水洗手技を練習する際には豫め濃度の判つた一定量の尿素溶液を漏斗上に流し、これを乾燥させてから、上記の如き水洗を行い果して流したこの尿素溶液を全部回収出来るかどうかを檢定するがよい。そして 98~100% の回収が可能になる迄練習するがよい。）かくしてシリンドア内の液量を計測し且その一定量をとつて半マイクロキールダール法にてその窒素を測定した。又、一方糞や残餌はピンセットにて、丹念により分け、夫々これを乾燥して、粉碎器にて細粉し半マイクロキールダール法にて窒素を測定した。後記の蛋白出納試験は之等の各種の窒素測定實驗を組合せて行つたものである。底槽の下においた漏斗は尿を集めるものであつて、漏斗の下部には約 50cc 入り得るシリンドアを密着せしめた。そしてシリンドアの中には豫め一定の硫酸を入れておいて、尿中アンモニア等の逸散を防止した。又、飲料水は籠の上方より圖の如き特別の飲用器を吊り下げ、自由に動物が飲用し得る様にした。

（ロ）飼育法

飼料としては第1表に示した様な標準食（中蛋白食—

第1表 白鼠の實驗食餌

				中蛋白食	低蛋白食	高蛋白食
組	芋	の	葉 (%)	2	2	2
	酵		母 (%)	3	3	3
	べ	た	ー (%)	11	11	11
成	マツ	カ	ラム鹽 (%)	4	4	4
	ミル	ク	カゼイン (%)	15	0	30
	澱		粉 (%)	65	80	50
養 價 (100瓦 當り)	蛋	白	質 (g)	13.4	1.6	26.7
	蛋	白	比 (%)	14.7	1.7	29.3
	總 Cal			373	373	373
	一 日 分 餌	蛋	白	質 (g)	2.5	0.3
Cal			70	70	70	

蛋白質量は Cal 比にして 14.7% を基本として、その内のカゼインと澱粉の配合をかえることによつて、その蛋白量の 2 倍の蛋白を含む高蛋白食（蛋白の Cal 比 29.3 %）、蛋白を可及的に含まない低蛋白食（蛋白の Cal 比 1.7%）の 3 種の飼料をつくつた。前記の如くこの高蛋白食と低蛋白食の蛋白含量を平均すれば丁度標準食の夫に等しくなる。

食餌の与える量は鼠の生活條件によつて異なる筈であるが、これを決定する爲に、予備試験として先ず標準食（中蛋白食餌）を體重 200g 前後の 10 匹の鼠に日々自由に食せしめ、これを 2 週間續けてその全白鼠全期間の食盡量の平均値より平均食盡量を定めた。その量は 1 匹 1 日當り 30g（約 70 Cal）であつて、これを以て白鼠の 1 匹 1 日の食餌量とした。

而して本實驗に際しては常に同一の重量、同一の Cal の食餌をつくつて、これをダンゴ形に固めてシャーレに入れて給餌した。勿論各鼠 1 匹ずつ別々の飼育槽中にて飼育した。

(ハ) 蛋白出納並に其他の検査

蛋白の體內蓄積状態を検するには、蛋白出納を検するのが最も適確な方法である。蛋白出納を検するにはそれぞれ、3 日乃至は 9 日の低蛋白食又は高蛋白食の時期を一期としてその間に与えた食餌の窒素量を食餌の分析値より算出し (a)、一方この間の残餌の窒素の總量を求め (b)、これより各期に於ける攝取窒素 (a-b) の 1 日平均値を求めた。

對照群については、6 日間の食餌量並に残餌量より求めるを常とした。次に、各食期の糞を求むる爲には各食

餌の變り目の第 1 日の食餌中に硫酸バリウム 2g を混入し、これによつて糞に白い色をつけ、之を目安として各期の糞を區分する事とした。かくして、夫々の期間の糞を一括細粉して窒素量を測定し、これをさきの攝取窒素量より引去つて、吸収窒素量 (a-b-c) とした。これを各食期の日數 (n) で割れば、その 1 日平均値を算出し得る。又窒素量に 6.25 を乗じて蛋白量に換算したものもある。一方、尿に排泄せられる窒素量 (d) は日々これをメスシリンダー中に集めて測定し、これとさきの 1 日平均吸収量 [(a-b-c) n] との差を求めて、日々の窒素出納を検した。但し體蛋白蓄積の主要を知る目的には、各交代時期毎の總出納量について検討するだけで充分である。

以上の蛋白出納試験の外に、體蛋白保有量の變化を知る目的にて、その目安となる血色素量や血清蛋白量をも食餌試験の最後に於いて測定した。採血は總て尾靜脈を切つて行い、血色素量は主として Sahli 法にて測定し、血清蛋白量は屈折計を用いた。併し時に Na₂SO₄ にて還元血色素をつくつて Spectrophotometer にて血色素を測定した場合、Kjeldahl 法にて血清蛋白を求めた場合、更に血液や血清比重より人體についての公式を用いて推算した場合もある。

其他、體重は毎日一定の時間（食餌を與える前）に測定し、その推移によつて體蛋白の蓄積や發育、羸瘦等の總合的な體力の推移を求めた。

又、第 3 の實驗に於ては 7 日間の交代食餌育を約 140 日續けた後、鼠を頸動脈切斷により出血死に至らしめ、直ちに各臓器の目方を秤量したる後、その内の肝臓、腎臓等の實質臓器の切片をとつて組織標本作製の爲のフォルマリン固定を行う一方、臓器の一部より Homogenate をつくり、その Cathepsin II. の活性並に蛋白保有量を Kjeldahl 法にて求めた。但し組織標本は本學病理學荒木教授の御好意によつて同教室の久我助手の手になるものであつて、常法によつてパラフィン包埋切片をヘマトキシリン、エオジンにて染めた外、Sudan III. 染色法を行つて組織の脂肪變性に對しては特に注意して觀察した。又、Cathepsin 活性や臓器蛋白量の測定は本教室中安助手の手になるものであつて Argininphenylamide を基質として分解速度を測定して Cathepsin 活性を求め (8) (9) る Bagman 法によつたものであつて、詳細は中安等の原著にゆずる。

(2) 幼弱白鼠實驗

動物の發育はその種類によつて非常に異なるものであるから、同腹の鼠の仔 6 匹を得て試験に供した。その體重は何れも 100g 以下であつて先ず上記の中蛋白食（標準食）にて一定期間（約 1 カ月）飼育し充分粉食（ダンゴ）にならしたる後、これを 3 匹ずつ 2 群に分ち 1 群は對照

として標準食をつづけ、他の1群は試験群として、上記の高蛋白食、低蛋白食を夫々鼠別に3, 6, 9日の各期間において交代に給與した。但しこの場合食餌量は一定せずして自由に攝取せしめる様にした。かくしてこれを約30日間連続し、その體重の増減を日々測定して发育の状況を觀察した。

III. 實驗成績

(I) 成熟白鼠實驗

1. 交代蛋白食と體蛋白の蓄積

高低蛋白食を交互に與えたる場合と一定の中蛋白食を恒常的に與えたる場合の體蛋白蓄積能率の良否はその時の蛋白出納試験の成績の比較に明瞭に表われている。(兩群の蛋白負荷量は平均して同一となるから蓄積量の大小は蓄積能率を示す。) 第2圖 a, b は夫々この兩群の代表例についてその窒素出納試験の細部の成績を示したものであり、第3圖(第2段試験)は、その内の蛋白累積曲線並に體量曲線のみについて、兩群の各例の成績を

一括して相比較したものである。

先ず第2圖(a)に見る如く中蛋白食を恒常的に與えた例では少しずつ蛋白が蓄積し、體重も僅かながら増加を続けている。従つて、この程度の體重の鼠では成熟したとは云え、まだ發育能が存続しているのである。所が第2圖(b)に於いて交代蛋白食の例を見るに、これでは高蛋白食時に體蛋白の蓄積が起り、低蛋白食時にこれが消耗するのであるが、併しこの兩者を差引いた體蛋白蓄積の累積曲線を調べて見ると、これはやはり漸次に上昇している。

而して、この累積曲線は第2圖(a)のそれよりも最初は却つて、その上昇がやや急峻な傾きあり、體重の増加もより急速である。

この事實は第一報に於て指摘した様に蛋白缺乏によつて細胞の蛋白合成能が特に刺激を受けた結果であろう。併し乍ら交代蛋白食群に於てはこの様な蛋白蓄積の増加は長続きせず、既に1カ月位より蓄積量はやや恒定し始め、約100日の交代蛋白食後に於ける蛋白蓄積量は1.3g

(窒素量)に過ぎぬ。體重の増加も亦この1カ月頃より停止し100日間の増加量は72gである。これに對し對照の中蛋白食群に於ては、100日に體蛋白3.0g(窒素量)、體重88gの増加となっている。要するに交代蛋白食によつて蛋白蓄積を促進して蛋白缺乏に對する抵抗性向上の訓練効果を發揮せんとした當初の見込は美事に裏切られた譯であつて、この様な蛋白蓄積率の向上は一時的な現象に過ぎなかつたのである。この事は第3圖並に第2表の成績を見れば一層明瞭である。即ち第3圖に見る如く中蛋白食例ではどんどん蛋白蓄積が起り體重が増しているに拘らず6日交代乃至は9日交代の交代蛋白食例に於ては既に最初から蛋白の體內蓄積は起つていないし、又體重も餘り増加していない。或はこれは交代の時期が第2圖の3日例よりも長い事にも原因するかも知れない(正確な事は1例では何とも云えぬ)。この様な交代食が蛋白蓄積効果を却つて損ずる事は何れ

第2圖(a) 中蛋白食鼠(對照)の體重並に窒素累積曲線

第2圖 (b) 交代蛋白食鼠 (3日交代) の體重並に窒素累積曲線

の交代期のものに就いてもいえるのである。

又、第2表は總ての實驗の交代蛋白食群と對照(中蛋白食)群について、その體重の變化を時期的に比較した成績であつて、I、II、IIIの數字は各試験の期別(段階)の番號である。表記の如く既に交代蛋白食の50日目頃より、その體重の増加は對照例よりも有意義に不良となり、III期のものの如きはそして以後より却つて體重が減少している。かかる交代食群の體重増加の減退の主な理由はその食盡量の曲線の示す如く鼠が代謝障病によつて食慾を損うて食物をとらぬ所に最大の原因があるのであろう。而して最後にかかる交代食の最終時期(100~140日)に於ける血色素量や血清蛋白量を對照と比較するに、第3表に見る如く交代蛋白食群の方が血液蛋白保有量が少ないという成績が得られている。もとより血色素や血清蛋白の濃度のみではその血液中の保有量が變つてい

かどうかは判らないから交代蛋白食に於て既に蛋白缺乏があると判定する事は困難であるとしても、少くとも交代食群の血液は正常よりもやや稀薄であつて水分の多い血液である事は確かである。黒田によれば潜在性營養失調症に際しては水血應を伴うというから、この場合も潜在性蛋白缺乏の状態にあるという可きであらう。

2. 交代蛋白食と蛋白缺乏に對する抵抗性。

以上によつて、交代蛋白食群の蛋白蓄積能率は對照例に劣る事が明かとなつたが、この事は交代蛋白群の方が貯藏蛋白保有量が少ない事を意味し従つて蛋白缺乏に對する抵抗性が劣る事が期待せられる。併し一方蛋白缺乏に對する抵抗性は單に貯藏蛋白保有量のみならずその代謝酵素系の適應機轉にも關係する事は山本の研究に明かである。従つて今もし交代蛋白食群に於てはこの酵素系の適應機轉がよく訓練せられているものとすれば、或は却つてこの方が蛋白缺乏に對して強い抵抗を示すかも知れない。そこで一應これ等の點を明白にする爲に對照群と交代蛋白食群を同時に一齊に低蛋白食(第1表參照)に切換えてその體重の變化や蛋白出納を檢しつゝ低蛋白食にて倒れる所迄續けて見て、蛋白缺乏に對する總合的な抵抗性を實驗的に判定せんと試みたのである。

その成績の概要は第2、第3圖及び第3表に示されている。先ず第2、3圖に見る如

くに、低蛋白食を續けると體蛋白が消耗して體重は減少し、遂には死に到るものである。但しこの様な體蛋白消耗は最初の内は食蛋白缺乏による蛋白出納の失調として表われているが、後には攝取食物の不足がこの缺乏を増加して益々強く體蛋白消耗を來したものと思われる。それは第2圖の残餌量の曲線にも明かな如く低蛋白食の日を経ると共に漸次に残餌量が増し低蛋白食の後半期には半量以上を食い残している。これは恐らく食蛋白不足による體蛋白の消耗が原因となつて諸内臟機能の衰微を來し、爲に食慾を損じて食物攝取量の減退を招いた結果であらう。其所に丁度低蛋白食の季節が夏であつたから、その暑さが食慾に影響した事も考えられる。第3表に示せる對照群の低蛋白食による生存日數を第I期(夏)と第II期(春)とで比較すると、前者の方が後者よりその約23%短いのはこの様な氣溫の影響がひといたたのであらう。

第3圖 交代蛋白質食群と對照群の體重並に窒素蓄積量の比較

何れにするもこの死は飢餓死である事には疑いない。所で、この死亡迄の生存日数は對照群と交代群とを比較すると前者の平均 107 日に對し後者は平均 60.6 日であり氣温とか、その他の影響を超えて顯著で交代食群の方が生存日数が少いのである。而して低蛋白食による死亡時の體重の元の體重に對する減少率を見るに對照群では 55~60% 減になっている。これは普通の飢餓死の體重減少率(約 40%) よりも大であるが、恐らく蛋白缺乏による持久的な飢餓である爲に蛋白缺乏に對する適應機轉が働いて長く生存を續けた爲であろう。然るに交代蛋白質食群の死亡時體重は元値の 26~47% 減であつて對照より少ない。而して低蛋白食に入る前の元の體重は對照群の方が平均して高かつたから、體重減少の絶對量からいつても對照群の方が顯著な體重減少に耐え得た事になる。又この體重減少量は體蛋白消耗量に比例する事は第 3 表に明かであつて、低蛋白食時の蛋白負出納の値を死亡時迄精算した値(表には N 量にて示す)は交代食群の方が

遙かに少くなつてゐる。血色素量には大差を認めなかつた。要するに對照群の方が交代食群よりもより激しい體蛋白の消耗に耐え得るという事である。

次にこの體重減少の速度を調べる爲に第 3 表に示した様に體重減 10%, 20%, 30%, 40%, 50% の状態に達する日数を調べてみると、平均値に於ては交代蛋白質食群の方が短期間に減少している事が判る。併し乍らこれは多分に元體重の影響が入つてゐるのであつて、例えば體重の 240~254g の對照群と交代食群とを比較すると(夫々 2 匹ずつ見出す事

が出来る)體重減少速度はそれ程著明な差を示さない。従つて上記の體重減少速度の差の原因は交代食群の方が對照よりも元體重が低い爲に僅かな體重の差も比率としては大きくひいて體重減少の速度が大きい様に見えるに過ぎないのである。

要するに交代食群は對照群に比して蛋白缺乏に對する抵抗性が弱く、その原因は交代食群の方が體重減少乃至は體蛋白消耗に耐えて生命を保つ能力が弱い事が大きな原因になつてゐるといへよう。元來本實驗は蛋白缺乏に對する交代食の訓練効果を期待して始めたものではあるが、結果は反對に交代食が却つてその抵抗性を減少する事を證明する事になつたのは皮肉である。

3, 交代蛋白質攝取時の肝臟腎臟の組織像並びに Cathepsin 活性。

以上の如き交代蛋白質の惡影響の原因を明かにする爲に交代蛋白質(7 日交代)を 140 日繼續した鼠について、その肝臟腎臟の組織標本をつくりて、本學病理學教室に

第 2 表 交代蛋白食群と標準食群の體重増加率並に血液性状

個體			最 初 の 體 重	飼 育 日 数 と 體 重 増 加 量				體 重 増 加 率	血 色 素 量	血 清 蛋 白 量
				18 日	30 日	50 日	100 日			
対 照 群	I	No. 1	186 g	13 g	23 g	56 g	62 g	33.8%	13.9g dl	g/dl
		2	191	7	18	24	51	26.7	14.9	
		3	264	— 6	14	40	97	36.7	14.3	
		4	223	18	38	63	126	54.1	14.0	
	II	No. 11	170	— 3	15	38	83	48.8	15.0	
		12	260	—10	54	53	111	42.7	15.0	
	III	No. 21	198	6	11	30	9	10.1	14.5	6.99
		22	195	13	27	24	13	9.7	14.5	7.12
		23	196	9	12	20	8	6.1	14.6	7.06
		24	201	2	7	7	1	9.0	14.5	7.42
		25	209	14	30	46	34	20.6	14.9	6.80
	平 均		208.4	5.7	22.7	36.5	55.0	27.1	14.6	7.09
交 代 食 群	I	No. 5	181	44	63	64	72	38.1	13.1	
		6	169	9	8	17	14	7.2	13.8	
		7	191	13	15	27	31	7.3	12.0	
		8	182	12	17	28	34	18.7	11.9	
	II	No. 13	206	—16	—21	— 6	19	9.2	14.0	
		14	250	—19	—16	—31	—12	—4.8	13.8	
	III	No. 26	197	8	24	8	16	8.1	13.9	5.83
		27	247	0	22	3	2	—1.6	14.1	6.55
		28	254	1	13	5	—28	—8.3	14.0	6.45
		29	197	—2	—6	—1	3	—2.6	(14.8)	(7.71)
		30	251	8	22	12	8	—2.0	(14.9)	(8.03)
	平 均		211.4	5.3	12.8	11.6	13.0	6.3	13.4	6.26
	平 均 差		+3	—0.4	—9.9	—24.9*	—52.0**	—20.8**	—1.2**	—0.82*

備考 (1) 體重増加量とは、最初の體重と各飼育日数に於ける體重の差を示す。

(2) I. II. III は各試験期の区分を示し、I は (4 月～7 月)、II は (1 月～4 月)、III は (10 月～2 月) である。又、No. は鼠番號であつて、No. 5 は 3 日交代、No. 6, 7, 13 は 6 日交代、No. 8, 14 は 9 日交代食である。

(3) III の實驗に於ては高低蛋白食の交代の時期は何れの鼠も 7 日であつて、これを 140 日間交代食を繼續した。血液性状は各試験の最後の日の成績である。

(4) No. 29 及び No. 30 は 140 日交代食後、夫々 3 日並に 7 日間標準食を與えたものであつて、これにより血液性状は急速に回復したるによつて、これは () にて包みて示し、平均値の算出よりこれを除外した。

(5) 推計學的に差の有意性を検討、5% の危険率にて有意なものには * 印を、1% の危険率にて有意なものには ** 印を附する。

於て檢鏡してもらふ一方、之等臓器を新鮮な状態のまゝにて Homogenate につくり、その Cathepsin 活性を中安學士によつて測定してもらつた。蓋しこゝに肝臓腎臓を特に選んだ理由は肝臓が體内の蛋白中間代謝の主要部分を執行する器官であることと高蛋白食の影響によつて屢々腎臓の起る事が報告せられている事等による。

材料に提供せる鼠は全部で 5 匹であつて、その内 3 匹は 7 日間の低蛋白食期を終つたばかりのもの、1 匹は低蛋白食後標準食を 3 日與えたもの、1 匹は 7 日間與えたものである。

先ず檢鏡の結果についていへば、交代蛋白食の鼠の肝臓に於ては一般に肝細胞に輕度の空胞變性、泡沫狀變性

第 3 表 低蛋白食時の體重減少並に生存日数

個 体	No.	最初の 體 重 g	體 重 減 少 日 数					生 存 日 数	死 亡 時 體 重 減 量 g	同 減 少 率 %	死亡時迄の N 消 耗 量 g	死 亡 時 血 色 素 量 g/dl
			10%減	20%	30%	40%	50%					
対 照 群	I 2	242	42	58	67	80	98	98	141	58.5	-3.21	9.4
	3	361	28	44	62	72	86	76	98	55.0	-3.63	6.6
	II 11	253	58	70	87	100	105	108	142	56.1	-3.84	10.7
	12	371	21	81	98	115	137	133	221	59.6	-6.30	11.0
	平 均	309.0	37.2	61.5	78.5	91.8	106.5	103.7	150.7	57.3	-4.27	9.4
交 代 食 群	I 5	250	24	36	53	/	/	60	123	49.3	-2.79	10.0
	6	200	18	34	44	58	/	59	91	45.6	-2.95	7.2
	7	205	26	34	/	/	/	34	52	25.5	-1.02	10.9
	II 13	225	22	28	39	/	/	34	76	33.8	-2.31	7.9
	14	238	38	57	81	95	/	110	116	48.7	-3.70	9.2
	平 均	223.6	25.6	37.8				59.4	91.4	40.6	-2.55	9.0
平 均 の 差		-86.4*	-11.6	-23.7*				-44.3*	-59.3	-16.7**	+1.72	-0.4**

備考 (1) 第 2 表の試験食後に一齊に低蛋白食を與えこれを死亡時迄つづけた。

(2) I, II, の記號は第 2 表と同様に試験期を示し, I(7 月~10 月) II(4 月~8 月)である。

(3) 平均値の差は推計學的に有意性を検討し 5% の危険率で有意なものは * 印を, 1% の危険率で有意なものは ** 印を附した。

(ムコイド變性)を認め、又 Sudan III 染色によつて著明な中心部脂肪變性と周邊部脂肪變性(脂肪肝)の増強又時に瀰漫性の脂肪變性(脂肪肝と總稱)が認められた。(第 4 圖)。但し、この脂肪變性は交代蛋白食の内の低蛋白食期末に屠殺した鼠に於ては、特に著明であるが、この低蛋白食後に標準食(乃至は高蛋白食を與えたと脂肪變性が減少する傾向を認め、その 1 例(7 日間標準食をとつて回復せしめた鼠)に於ては全く脂肪變性が消失してしまつた場合もあつた。又、勿論對照鼠の例ではかかる脂肪肝は認められなかつた。従つてこの脂肪肝は全く交代食の影響であり、且一方低蛋白食が脂肪肝を來す事は既に Best¹¹⁾等によつて確認せられた事實であるから、この場合の脂肪變性も亦交代食中の低蛋白食の影響と見る可きであらう。そしてこれは標準食(乃至は高蛋白食)にて速かに治癒する傾が認められているのであるから、恐らく交代食を與えた鼠に於ては食餌交代毎に脂肪肝の發生消失を繰返していた事と思われる。所でここに問題となるのはかかる低蛋白の影響が果して高蛋白食によつて完全に消失して、回復したかどうかという事である。後記の Cathepsin 活性の所見よりすれば、恐らくこの場合に回復は完全におこらないと思われる。もしもそうであるとすれば、體内の蛋白代謝の中心となつて活動す可き肝臓がかくの如き病的状態にある事は當然攝取蛋白の利用率や蓄積率、等要するに體内蛋白代謝の調節能を大いに障

碍する事は充分に考えられる事である。交代食群の鼠に於いて蛋白蓄積量や體重増加率の著明でなかつた事、並びに蛋白缺乏に對して抵抗の弱かつた大きな原因は、ここにあるものと思われる。

次に腎臓の組織像を見るに全例に於いて間質結合組織が増殖し、形質細胞、淋巴球等種々の圓形細胞の浸潤が所々に見られた。又細尿管上皮細胞には種々の程度の變性を認め、甚だしい所では核消失、細胞質の等質化等を認め、その管腔は擴大し且その中に硝子樣圓柱を入れていた。全例に於て所々に石灰沈着が見られ、これは管腔内に多いが併し管腔より溢れて上皮細胞を侵して石灰沈着萎縮を來させるものも見られた(第 4 圖参照)。併し細尿管の脂肪沈着に見られなかつた。又對照例にはかかる所見は見られなかつた事はいう迄もない。要するに腎臓に見られる所見は慢性腎炎の像と細尿管に於ける石灰沈着である。高蛋白食によつて腎炎を生ずる事は Drummond¹²⁾の研究に明かであり、殊にこの場合の石灰沈着は高蛋白食の影響と考えられる。即ち高蛋白食に於ては一般に體内代謝產物として多量の酸根を生じ、これが爲に Acidosis の傾向を生じて尿は強く酸性となる。従つてそれに伴つて尿 Ca 排泄の増加する事は生化學の常識であるが。一方低蛋白食時には尿中の酸根は激減してその pH の上昇する事は山地¹⁴⁾の研究に明かである。従つて高蛋白食によつて細尿管管中に出された Ca 鹽が低蛋白食と

第 4 圖 交代蛋白食 140 日後の組織像

(a) 肝臓の脂肪變性 (Sudan III 染色)

小さい黒い點は脂肪球である。脂肪球の色は帶黃色であつて Cholesterin 球であるが、中には中性脂肪球も見られた。大きい黒點には核も含まれている。

(b) 腎臓の石灰沈着 (ヘマトキシリン、エオジン染色)

細尿管腔には Ca が一杯沈着している。黒色の塊が Ca であつて、最初は無数の微粒子よりなるが漸次に大きな塊になる様子が見られる。

(c) 腎臓の石灰沈着 (ヘマトキシリン、エオジン染色)

黒い塊が石灰であつて、細尿管を埋め、これが上皮細胞に溢れて、その栄養不良性石灰化を來たしている。

の切換えの際に際して暫時でも管内に残溜する様な事があれば低蛋白食による尿 pH の上昇によつて Ca 沈着を來す。而してこれが度重なればこゝに Ca の大きな沈着を生じ、これは細尿管上皮細胞をも埋めてその變性を來す事となる。これが交代食に際して細尿管に Ca 沈着を生じた主因であろう。

又、一方栄養不良時に腎細尿管上皮の變性を來して慢性腎炎の像を呈する事は米澤等¹⁵⁾の研究に明である。従つて上記の腎臓の組織像はかゝる高蛋白食と低蛋白食の 2 つの影響を兼ね具えたものというべきであろう。

さて、本研究に於ては交代蛋白食群の鼠は長期の低蛋白食に對し、その抵抗性が弱く、對照群よりも早く死亡する事が認められたのであるが、その理由の一つとして上記腎臓障碍の存在を擧げる事が出来る。それはこの様に、蛋白欠乏による臓器機能衰弱により食慾を減じ、消化機能を失して、遂に飢餓に陥る事が最も有力なる原因である。而してかゝる飢餓に際しては體內組織の崩壊によつて諸種の異狀酸性代謝物を生じて Acidosis を生じ、この Acidosis が飢餓死の一つの原因をなす事はよく知られた事實である。従つて交代蛋白食群の鼠に腎臓障碍が存在する事はかゝる飢餓時の代謝産物の排泄を澁滞せしめて Acidosis を一層増悪せしめこれが交代蛋白食群の蛋白欠乏に對する抵抗性減退の一因をなすと思われる。

次に中安學士の Cathepsin II 活性の成績は同學士の研究の一環として求められたものであるから詳細な成績は原著にゆずるが、その大要は次の通りである。肝臓の Cathepsin 含量を肝臓 1g 當りの基礎分解速度恒數にて表わせば、交代蛋白食群の 5 匹の平均は 0.02 となり、對照群の平均値 0.04 の 1/2 に過ぎぬ。(たゞこの値は空素 1g 當りに換算すると交代蛋白食群では肝臓の貯藏蛋白が少ない爲に平均値に於ては對照群と大差はなくなる。)而して、この場合標準食を 7 日間與えて回復せしめた交代食群の鼠でも依然として Cathepsin 活性の回復はそれ程顯著ではない。

即ち、この成績によれば肝臓に於ける蛋白の分解合成機構は交代蛋白食群に於ては對照群よりも低下している事がうかがわれる。然もこの低下は回復食を短期間與えた程度では消失しないのである。肝臓は體內蛋白代謝の中心をなす器官であつて、その蛋白代謝が全面的に低下する事は、結局體蛋白の利用率とか、蓄積能率を減ずる結果を招來する事は明である。従つて、こゝにも交代蛋白群に於て蛋白蓄積能率が不良であつて、蛋白缺乏に對する低抵抗性の低かつた理由の一つであるといえよう。其他腎臓に於ける Cathepsin 活性

は交代群と対照群とは差がないが、これは腎 Cathepsin が肝臓とは異つた役割を果している爲であろう。

(II) 幼弱白鼠實驗

體重 60g 前後の同腹の幼弱白鼠(生後 3 月位)を 3 日～9 日交代の高低蛋白食にて飼育した時の成長曲線は第 5 圖に示す通りである。こゝに見る如く交代蛋白食群は

第 5 圖 交代蛋白食の成長曲線に及ぼす影響
(同腹仔鼠實驗)

10 日位はその體重を増加するが、併し漸次に食盡量を減じて體重の増加が起らなくなり、1 カ月の中途にて死亡するものさへ表われた。これに對して對照の中蛋白食例は速かなる成長を續けていた。この成績は森本等の成績と同様である。而してかくの如く交代蛋白食群の發育不良の原因は交代蛋白食によつて食慾を損じて食物をとらない事が最も大きな原因であり、又、この場合の死因は飢餓死である。而して恐らく幼弱動物に於ても前記と同様に交代蛋白食によつて肝臓等の榮養上不可欠の臓器に障害を生ずるのであるが、一方幼弱動物では成長鼠の様に適應性に富んでいない爲にこの様な臓器障害にても直ちに著明な生理機能の障害を來し、之が食慾欠損の主因をなすものと思われる。かくて食慾欠損により食物をとらない時は更に榮養性の諸臓器の機能障害を來し、これが因果循環をなして遂には死亡に到るのである。

(IV) 考 案

以上によつて、交代蛋白食は成熟鼠の(1)蛋白蓄積率を減じ、又(2)蛋白缺乏に對する抵抗性を減ずる事、更に(3)幼弱な鼠に於ては交代蛋白食によつて發育を遂げ得ない事等が明かとなつた。そこで次にこの様に交代蛋白食が不健康、非能率的である理由乃至は機序について

論じて見よう。

先ず蛋白蓄積能率(1)に對する交代蛋白食の悪影響の原因に關しては、これを Rose の必須アミノ酸學說に従つて攝取する蛋白のアミノ酸組成の不備に歸せんとする見方のある事は既に緒論にも述べた通りである。即ち必須アミノ酸組成が同時に提供せられるのでなかつたならば生體はこれを利用して體蛋白を合成する事が出来ないから交代に高蛋白食と低蛋白食を與える事は利用出来ぬアミノ酸を多く生じ非能率的となるという。この様な見方は最近の文献にも見られ、例えば Pollack and Halpern は蛋白合成に必要なアミノ酸が 4～5 時間以上も離れて別々に給與せられる時はこれは生體内にて利用されないであろうと述べ、Levertov and Grien は一日の蛋白攝取量の配分が不適當である場合には蛋白負出納を來す事さえあるといつてゐる。又、幼弱鼠の發育に關しては森本、林等は蛋白含量 10% と 18% の飼糧を日々交代に與えた場合と 14% の含量のものを平均に與えた場合とを比較し、後者の方が發育が良好である事を證明し、又 Grien は無蛋白食と高蛋白食を 1 日 2 回に分けて與えた場合よりもそれを平均して與えた方が成長が著明であつたという。森本等はその理由について何等の意見を述べていないが、Grien はこれは上記のアミノ酸提供の同時性の欠除によると考えている。

この様な見方は蛋白給與の不均等の期間が短い場合には正しいかも知れないが、併し著者の行つた様な蛋白給與不均等の期間が 3 日毎とか、1 週間毎という様に長くなつた場合には全く別の觀點に立たねばならぬ事が著者の實驗成績より明かにせられている、それはこの場合の蛋白の利用に關しては上記の如きアミノ酸提供の同時性の欠除の効果の外に蛋白不足食そのものに基因する生體障害の影響を考慮す可きであり、又この影響の方が實際問題として重要であるという事である。

即ち、著者の得た成績によれば交代蛋白食群に於ては試験の最初の時期に於ては體內蛋白合成機構が刺激せられる結果として、多少蛋白蓄積能率が向上する傾向を認めるものもあつたが、長期に涉つて觀察すれば何れの例も蛋白蓄積能を漸次減少しているのである。この様な變化は食條件そのものの變化によるものでなく、これをとる生體側の變化に歸す可きであり、従つてこの場合に體內蛋白合成機構が漸次に障害せられたと理解せられる。而してこれを裏附ける事實としては、交代蛋白食群に於ては肝臓に脂肪變性と Cathepsin 活性の低下を證明したのである。もとよりこの脂肪變性は交代食中の高蛋白食期に治癒する傾向はあるが、併し完全にその効果が消失したとは考えられず、恐らく結合纖維の増殖や肝細胞の變性を幾分減すものと思われる。又、Cathepsin 活性も

高蛋白食によつて直ちに消失しない事は中安の實驗に明かである。而して體內蛋白代謝に對して中心的に働く肝臓のかかる障礙が漸次に重くなれば、これは必然的に全身の代謝障礙を來すことは、推察に難くないのであるが交代蛋白食群に於て表われる食欲缺損に基く食盡量の減退はかかる代謝障礙の一つの表われと考えられる。

かくして食盡量が減退すれば當然蛋白の蓄積や體重の増加もやみ、これが強くなれば却つて體蛋白の消耗と體重減少を來すのである。従つて、長期に渉る交代蛋白食の營養効果を論ずる場合にはこの様な生體内の蛋白代謝機構に表われる生物學的な反應や障礙がさきのアミノ酸の同時供給による利用率向上の問題とは比較にならぬ程の重要性をもつてゐるのである。

次に蛋白缺乏に對する抵抗性(2)に關してはこれを 3 つの要因に分けて考える事が出来る。その第 1 は山本の¹⁰⁾説く體內貯藏蛋白保有量の大小の問題、第 2 は蛋白缺乏に對する代謝適應の良否の問題である。而して本研究において行つた様に蛋白缺乏に對する抵抗性を蛋白缺乏死に到る迄の時期や體重にて判斷する場合には第 3 としてかかる蛋白缺乏時の障礙そのものに對する抵抗性が問題となるであろう。

而して交代蛋白食群は對照群に比較して貯藏蛋白保有量の少い事は前に述べた蛋白蓄積量の少い事實よりも明かであり、又蛋白缺乏時の代謝適應についても肝臓の變性や、その Cathepsin 活性が回復食によつて影響されない事實などを參考する時は恐らく對照よりも不良な事はあり得ても、より優れているとは考えられぬ。又、實際に低蛋白食期の體重減少率を見ても交代蛋白食群の方が減少比率の上からいへば減少速度が早く、減少の絶對値よりいづつても對照群より大きい事はあつても、より少なかつた様な事はない。而して最後に代謝異常に對する耐久能力に關しては交代蛋白食群に於ては顯著な肝臓や腎臓障礙が存在し抵抗性が弱つてゐる事は明かである。事實、蛋白缺乏死(飢餓死)に達する日數は交代食群の方が短く且その時の體重減少量も交代食群の方が對照群に比して少ないのである。つまり體力消耗がまだそれ程強くないに拘らず死亡してゐるのである。従つて交代食群は蛋白缺乏時の代謝異常に對する抵抗性が弱くなつてゐるといえる。以上の 3 項が交代蛋白食群が蛋白缺乏に對して抵抗性の弱い主なる理由である。

最後に幼弱な鼠の發育(3)に對して以上の如き 3 成熟鼠に對する交代食の惡影響よりして當然悪い影響が期待¹⁹⁾せられ、又事實これが證明せられたのである。而して有本によれば生後 1 カ月ばかりの幼弱白鼠では蛋白含量 10% の低蛋白食では鼠が育たず、3 カ月位を経たものでもやつと育つ程度であつて、勿論その成長速度は標準蛋

白食のものよりも著しく遅い。これは幼弱鼠の蛋白需要量が成熟鼠よりも高い爲であると説明している。さきの成熟鼠に見られた交代食の影響は主として交代食中の低蛋白食の影響に歸す可きものであるが、有本の説く如く幼弱鼠では蛋白需要が特に多いとすれば、蛋白缺乏の影響も特に強く表われる譯である。然も幼弱鼠は成熟鼠に比較すれば、その貯藏蛋白保有量が少く且馴化能力が低い事よりして、蛋白缺乏に對して耐え得る能力も亦低い事が想われる。これが幼弱鼠に於て交代蛋白食の惡影響が強く表われ満足なる成長すらも遂げ得なかつた主な理由と考えられる。

以上要するに交代蛋白食を與える事はその交代時期が短く、餘り長期に渉らない程度ならば一時的には蛋白蓄積能が多少上昇するが如き感を呈する事もあるが、併し交代蛋白食が長く続けられる時はかゝる好影響は忽ちに消失して交代食中の低蛋白食の惡影響によつて體內蛋白代謝機構に不可逆的な効果を残し、これが爲に却つて蓄積能率を減じ、又蛋白缺乏に對する抵抗性を低下せしむるのである。

この事實は吾人の日常生活に於ける食蛋白の攝り方に重要な教訓を與えるものであつて日々の食蛋白の攝取量に餘りに激しい凸凹のある事は却つてその人の健康を害するものであり、成る可く必要な蛋白を平均的に毎日とする事が望ましいのである。

V. 總 括

輕度の蛋白缺乏後の生體蛋白蓄積能は蛋白缺乏が一種の刺激的効果を發揮する爲に却つて、充進するとの前報の研究成績より出發し、今回白鼠を實驗對照として低蛋白食と高蛋白食を一定の期間において屢々繰返し(交代蛋白食)これが生體の蛋白蓄積能率や蛋白缺乏に對する抵抗性に如何なる影響を與えるやについて實驗した。その結果の概要は次の通りである。

(1) 體重 200gr 附近の成熟白鼠について Cal 比 1.7 % と 29.3% の低蛋白食と高蛋白食を交互に 3 日毎、6 日毎、7 日毎乃至は 9 日毎交代に與えた場合(交代蛋白食)とこの高低蛋白食を平均した 14.7% の中蛋白食を毎日一定に與えた場合(對照)について、その蛋白蓄積効果を比較すると、一般的には交代食群の方が對照群よりも蓄積効果は不良であり、體重増加率が低く、約一カ月以上これを續けた後には遂には蛋白蓄積や體重増加が停止し、又は減少する事さえある。但し 3 日交代食に於ては試験の初期に體蛋白の蓄積率が對照よりも高い事があるが、これは一時的な現象に過ぎぬ。

(2) 交代蛋白食を約 100 日間繼續したる鼠と中蛋白食を與えた對照群とを長期間低蛋白食に飼育してその體

蛋白の消耗、體重減少等を檢したるに、之等は何れも漸次食盡量を減じて 34~133 日後には飢餓死に陥る。而してこの蛋白缺乏死に到る迄の日數は交代食群に平均 59.4 日であつて對照群の平均値 103.7 日に比し短い。又飢餓死の際の體重減少率並に體蛋白窒素消耗量は交代蛋白食群では平均 40.6%, 2.55g に對し、對照の犬は 57.3%, 4.27 g であつた。従つて交代食群の方が蛋白缺乏に對する抵抗性が弱く、長くこれに耐えて生き延びる事が不可能である。

(3) 以上の實驗事實を説明する爲に約 140 日の交代食をとつた鼠の肝臓腎臓の組織標本を檢したる結果交代蛋白食群に於ては、その低蛋白食によつて肝臓の脂肪變性を誘發し、これは次の高蛋白食によつて治癒する傾向はあるが、完全な回復は困難である。又交代食群の肝臓の Cathepsin 活性も低下し、これは容易に回復しない事が認められた。其他腎臓に於ては恐らくは高蛋白食の影響により慢性腎炎と著明な Ca の沈着のある事を見た。之等は何れも交代蛋白食群の蛋白蓄積能率の低下並びに蛋白缺乏に對する抵抗能の低下の原因を示唆する所見である。

(4) 體重 60gr 附近の幼弱鼠を上記交代食並に中蛋白食にて飼育してその成長狀態(體重の増加)を觀察比較するに、交代食群では 1 カ月以内に體重の増加の停止乃至は體重の減少を來して死亡するものが少くない。この幼弱鼠は蛋白の需要量が成熟鼠よりも大であり、且蛋白缺乏に對する抵抗性が弱い爲に交代食の悪影響が強く表われたる爲と理解せられる。

(5) 以上よりして交代蛋白食は不健康な非能率的な蛋白のとり方であつて、食蛋白は日々これを平均的に攝るのが一番能率的であり、健康的である。その理由は交代食によつて必要なアミノ酸を同時に提供する事が困難となり、蛋白の營養効率を損ずるのみならず、それよりもつと大きな理由は、食蛋白の凸凹によつて生ずる低蛋

白食の影響が累積して體內蛋白代謝機構を障礙するからである。

本研究は、文部省科學研究費(營養能率研究班及び國民營養協議會)により行われた。御指導、御高閣を賜つた吉村教授並びに病理標本に關して御教示及び御好意を賜つた本學荒木教授、久我博士に對して深謝する。

文 献

- 1) 田中; 營養と食糧 5, 40 (1952).
- 2) 佐伯; 營養學(榮養社)(大 15).
- 3) Pollack and Halpern; *Advances in Protein Chemistry* 4, 383 (1951).
- 4) 小山; 動物飼育の手ほどき(南山堂)(昭 24).
- 5) 藤井; 生化學實驗法(定量定性篇)(昭 24).
- 6) Heilmeyer and Sunderman; *Deut. Arch. Klin. Med.* 178, 397 (1936).
- 7) 平出; 日新醫學 35, 10 (昭 23).
- 8) 中安; 未發表
- 9) Schutz; *J. B. C.* 178, 45 (1949).
- 10) 山本; 營養と食糧(近刊).
- 11) Best; *J. Physiol.* 75, 49 (1932).
- 12) J. C. Drummond; *Lane Medical Lectures, Biological Studies of Nutritional Problem* Stauford Univ. Press. (1934).
- 13) Van Slyke; *Quantitative Clinical Chemist. Interpretation*, Baltimore (1937).
- 14) 山地; 營養と食糧 4, 23 (1951).
- 15) 米澤; 京都府立醫大誌 45, 2, 113 (昭 24).
- 16) 森本, 林; 農業技術研究所報告(畜産)第 4 號, (昭 27).
- 17) Levetonand Green; *J. Nutr.* 39, 57 (1949).
- 18) Grier; *Science* 108, 42 (1948).
- 19) 有本; 營養科學(光生館)(昭 25).

甘 藷 ビ タ ミ ン に 對 す る 貯 藏 温 度 の 影 響

從來甘藷は炭水化物の給源とみられていたが、最近品種によつてはカロチンアスコルビン酸の給源としても良効なことが認められた。甘藷の四種類について貯藏温度 50°, 55°, 60°, 70°F の場合の全カロチノイド、カロチン、ビタミン C 量の變化について測定した。即ちカロチン及びカロチノイドは 50°F では減少の傾向を示し、就中 Orange Little Stem は明らかな減少をみた。55°F では變化が少い。60°F では最も増加を示し、yellow Jersey のみ 70°F の方が稍カロチンの増加が多かつた。尙貯藏

の後期(5 カ月後)でカロチンは急激に減少した。ビタミン C 量は温度差による減少度の相異は少いが、一般に貯藏初期(2~3 カ月)に急速に減少して收穫時の $\frac{1}{2} \sim \frac{2}{3}$ となり、その後の減少は比較的少い。貯藏温度差による水分量減少の割合は相異がないが、濕度 85% で重量の損失は 60° の場合最も少く 55°, 50°, 70° の順に損失量の増加をみた。

B. D. Ezell; M. S. Wilcox; *Plant Physiol.*, 27 81 (1952). (岩 田)