

牛乳カゼインのビンナガ鮪幽門垂プロテアーゼ に依る分解生成物に就いて— I.

該生成物の二十日ネズミに対する栄養試験*

藤 井 実・小 松 次 郎

Hydrolysis of Casein by Protease in Pyloric Appendage
of Albacore *Thunnus Alalunga*— I.
Nutritive Effect of the Mixture of Fragments from Hydrolyzed Casein
on the Growth of the Mice. ※

By

Minoru FUJII and Jirō KOMATSU

We hydrolyzed casein by protease in pyloric appendage of albacore *Thunnus alalunga* and obtained the mixture of fragments of hydrolyzed casein, which contained 18.7 % of proteose-nitrogen, 57.7 % of peptone-nitrogen and 20.9 % of polypeptide-nitrogen.

We made this mixture absorb into sweet potato or barley and made it dry.

These food manufactured by the above-mentioned method are called "Enriched food".

We observed the nutritive effect of this enriched food on the growth of the mice and obtained the results as follows: namely enriched food indicated a considerably nutritive effect on the growth of the mice as compared with the none enriched food and specially effective when we use it with vitamin B₆ injection.

緒 言

現在蛋白態栄養剤として市販せられているものには、各種のアミノ酸を適宜混合した製品や、カゼイン蛋白の分解生成物から出来ていると称する注射剤等がある。これらは経口的に或は静脈注射等により体内へ補給する。しかし注射剤は速効的ではあるが、病気等の非常時は別として常時注射により栄養剤を摂取することは、第一に煩雑であるばかりでなく、経済的にも決して容易でない。また経口的に服用する場合、これらのアミノ酸混合栄養剤は現在相当に高価であるから日常摂取することは、やはり経済的に相当の負担である。

※ 水産講習所研究業績 第292号, 1959年11月2日受理
Contribution from the Shimonoseki College of Fisheries, No. 292.
Received November 2, 1959.

このような観点から、人工補乳或は栄養補給の一手段として牛乳を摂取する際、牛乳中の蛋白成分であるカゼインをそのまま摂取することなく、比較的簡易な方法でこれをより低分子の状態に変え、しかる後摂取せしめるならば、その消化吸収をより迅速に行わしめ、従って又、体組織蛋白への再編成を充分効果的に行い得るのではないかと考えられる。もしこのようなことが比較的低廉な費用で行い得るならば牛乳の栄養価を高め、従って国民体位の向上にも大いに役立つものであると考え、この実験を始めた。以上の観点から酵素剤として現在殆んど廃棄されている魚類内臓蛋白分解酵素を使用し二十日ネズミを試験動物として栄養試験を行ったのであるが、一応の成果を得たのでその結果について報告する。

実 験 の 部

試験動物：離乳後間もない体重6～10gの二十日ネズミを使用した。

強化蛋白食：5%カゼイン溶液40mℓに粗酵素剤の水抽出液(粗酵素剤0.2gに相当)を添加して45°Cに一定時間反応せしめ、加水分解を行い、これに押麦(15g)又は乾燥甘藷(生芋20gに相当)を加えて加熱蒸発を行い、水分を除去すると同時に蛋白加水分解生成物を吸収附着させたものである。

対称食：カゼイン溶液を加水分解することなく、押麦又は乾燥甘藷に吸収附着させたもので、これには更に熱処理して不活性化した酵素液をも添加している。

これらを試験動物に給食する場合には更に無機物としてマツカラム塩¹⁾を4%、脂肪としてマガリンバター0.3g及びキャベツを適宜給与した。

1) 脩幽門垂プロテアーゼ(粗酵素剤)に依るカゼインの加水分解生成物について

5%カゼイン溶液40mℓに該プロテアーゼ抽出液(粗酵素剤0.2gに相当)を添加しpH. 8.5, 45°Cの条件で1時間及び2時間作用させた後三塩化酢酸を添加して酵素作用を止め、未消化カゼインを分離除去し、その濾液について分析を行った。即ち、濾液の一定量を取り、之から三塩化酢酸を除去した後、之に硫酸ナトリウムを飽和して生ずる沈澱をプロテオーズとして分離し、次にその濾液に隣タングステン酸を添加して生ずる沈澱をペプトンとして分離、残液中に含まれる窒素化合物をすべてポリペプチド態化合物とみなした。窒素の定量には硫酸分解法による外、Falin 試薬を使用して分光光度計による比色法を併用した。

実験結果の一例を示すと第1表の通りである。

Table 1. Digestion of casein by protease in pyloric appendage of albacore *Thunnus alalunga*.

Fraction Digestive time(h)	Proteose-N (mg)	Peptone-N (mg)	Polypeptide-N (mg)	Non-digestive casein-N (mg)	Total-N (mg)	Digestion coefficient %
1	1.309	4.048	1.468	0.185	7.010	97.36
2	0.456	3.885	2.730	0.136	7.212	98.11

即ち、第1表の結果によれば、この実験条件で加水分解の時間が1時間の場合、カゼインの消化率は97%以上で、2時間分解では98%以上に達した。一定量のプロテアーゼによるカゼインの分解において加水分解生成量は一定の時間内においては、水解時間に比例的であることはこれまでの実験で明かである。従ってこの場合カゼイン態窒素は1時間の加水分解で殆んど完全に低次窒素化合物に変化せしめられているので、この分解条件でカゼインに対する酵素量は充分である。しかし加水分解生成物の内容は量的に相当の差異を生ずることは表の示す通りである。即ち、プロテオーズ及びペプトンの含量は1時間分解において76%、2時間分解においてはむしろ減少して62%となり、その代りに更に低級化合物(ポリペプチド)は後者が前者の2倍量を示した。またプロテオーズ及びペプトンも、それぞれ2時間分解の方が少く特にプロテオーズは約1/2に減少している。これはカゼインが充分存在する場合の分解とは逆である。(これに関しては次報で述べ

る) 即ち、2時間分解の場合低分子化状態が1時間の場合のそれよりはるかに進んでいる。従って今いずれの分解液を試験に供すべきかが問題になるが、まず1時間分解液を試験に供することにした。

2) 強化食の肥育強果

a) 乾燥甘藷を使用した強化食

使用したカゼインは2gで、これに添加した乾燥甘藷の蛋白質は約0.27gである。動物を2群に分け、第I群に強化食を、第II群に対称食を与えた。実験結果は第2表及び第1図の通りである。

Table 2. Nutritive test of enriched food containing fragments from casein hydrolyzed by protease of pyloric appendage of albacore *Thunnus alalunga*. (animal : mice).

Group	Wt. initial	Wt. after 4 days	Wt. after 8 days	Wt. after 11 days	Wt. after 11 days
	(mean : g)	(mean : g)	(mean : g)	(mean : g)	Wt. initial
I { ♂ 2 ♀ 2	8.2	9.1	9.8	12.0	1.46
II { ♂ 2 ♀ 2	9.2	9.7	10.2	11.0	1.20

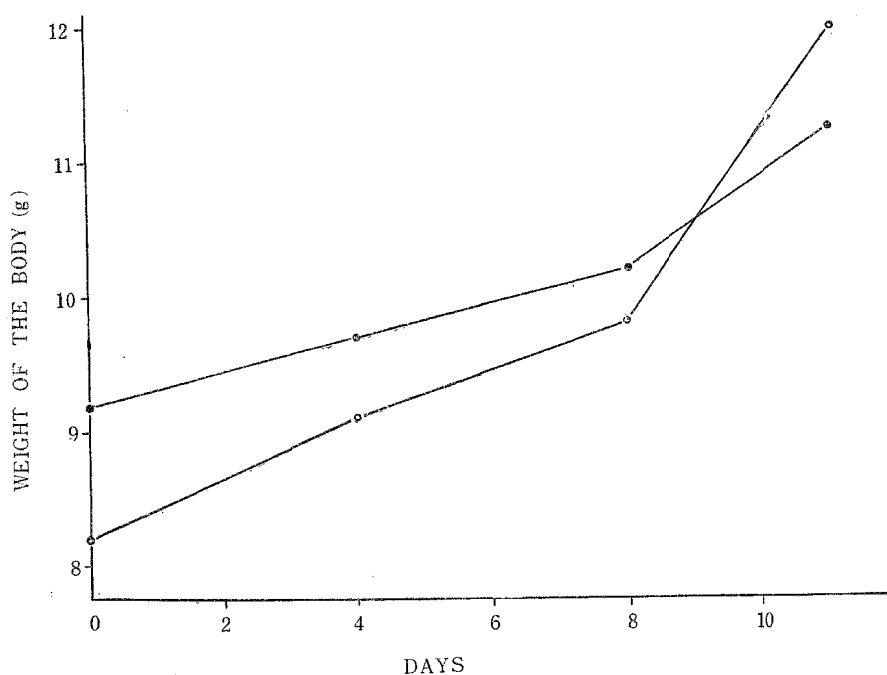


Fig. 1. Increase of the weight of the body of mice due to nutritive food. ○ : Enriched food, ● : Control.

即ち第I群の体重増加率は11日目に初期体重の46.3% (平均値…以下同じ) となっているのに対し第II群は約19.6%増となっていて、明かに第I群の肥育効果を認めることができる。

b) 押麦を使用した強化食

強化蛋白質の吸着物質として押麦を使用した。押麦は粗蛋白質を約9.6%含むものであるから、15gの押麦中には約1.4gの粗蛋白質を含有する。これに対し使用したカゼイン蛋白質は2gであるから、前実験の飼料に比較すると相当の高濃度蛋白質飼料となる。蛋白質及びアミノ酸の栄養試験に関しては多くの研究報告があり、高濃度蛋白質飼料の場合、ビタミンB6 (V. B 6) 欠乏症状の発現が速くなり、死亡率も高まる

との報告がある)。また硫黄を含むシスチン、メチオニンのようなアミノ酸はV B 6欠乏を促進するといわれる)。従ってこの実験において強化食が高濃度蛋白飼料であるかどうかは別問題として、V. B 6を給与することにした。またこのことは V. B 6 の給与が強化食の価値を更に高めることができるか否かを推定し得ることにもなる。試験動物を3群に分け、第I群に強化食及びV. B 6、第II群に対称食及びV. B 6、第III群には対称食のみとした。実験結果の1例を示すと、第3表第2図の示す通りである。

Table 3. Nutritive test of enriched food containing fragments from casein hydrolyzed by protease of pyloric appendage of albacore *Thunnus alalunga* (animal : mice).

Group	Wt. initial	Wt. after 3 days	Wt. after 7 days	Wt. after 9 days	Wt. after 9 days
	(mean : g)	(mean : g)	(mean : g)	(mean : g)	Wt. initial
I { ♂ 1 ♀ 2	6.5	7.5	10.4	11.7	1.80
II { ♂ 1 ♀ 2	6.9	7.7	9.3	9.8	1.40
III { ♂ 1 ♀ 2	6.8	7.4	8.5	9.2	1.35

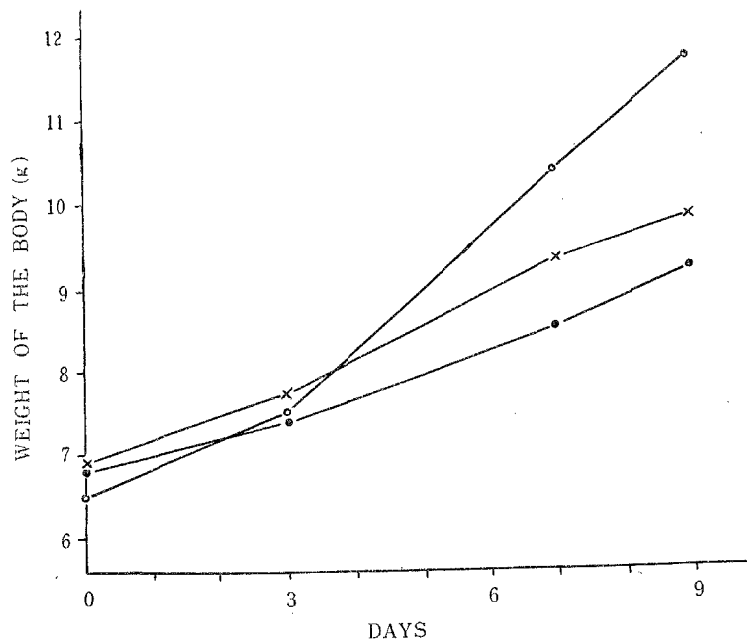


Fig. 2. Increase of the weight of the body of mice due to nutritive Food. ○ : Enriched food, Injection of vitamin B₆. × : Control, Injection of vitamin B₆. ● : Control, Non-injection.

即ち、試験開始後9日目において第I群の体重は初期のその80%増、第II群：42%増、第III群：35%増であった。

第2及び第3表は肥育試験開始後それぞれ11日及び9日目までの短期間における観測値である。しかしここには表示しなかったが、30日飼育の実験結果においても上記2表の結果と一致する結果を得た。即ち強化食は明かに肥育効果を有しているといえる。そしてV. B 6の併用は更に強化の効果を高めるのに役立つようである。動物の栄養試験においては純粋な組成成分のものを混合して飼育するのが常道であるが、我々は先

ず天然食に近い飼料で観察することにした。この場合種々の要因が交錯するので、その結果の判定に各種の問題を提起することが考えられるが、その反面、実際的な効果に近い結果をつかみ得ることと考えられる。しかして強化蛋白食のどのフラクションが最も有効的であるかということは次に行う詳細な実験にまつとして強化蛋白食は二十日ネズミの体重増加に著効を示し、その際V. B 6を併用すれば更にその効果を高め得るという実験結果を得たことを報告するものである。

総 括

牛乳カゼインを鮪幽門垂プロテアーゼにより加水分解して作った、いわゆる強化蛋白食を二十日ネズミに摂取せしめ、その肥育効果を検討した結果相当に有効であることがわかった。しかしてその際ビタミンB₆を併用することにより更にその肥育効果を高め得ることを認めた。この稿を終るに当り、試験動物を分譲して下さった九大農学部山藤研究室の方々に厚く御礼申し上げます。また種々御高見を賜りました九大教授富山博士に深謝いたします。またビタミンB₆の臨床実験例と、之に関して種々の有益な御意見を述べられた菊川病院長葉川博士に対し深甚の謝意を表します。

(この報告の概要は昭和33年の水産学会秋秋大会(於新潟)で発表した。)

文 献

- 1) 鈴木権太郎・井上兼雄：1946. 栄養読本. 日本評論社.
- 2) 佐橋 佳一：1956. ビタミン学. 金原出版株式会社.