各種水産物中の動物性蛋白因子 (APF) 及びビタミン B₁₂ について—Ⅱ. 海藻

橋本 芳郎・前田 安彦

(東京大学農学部)

Animal Protein Factor (APF) and Vitamin B₁₂ in Marine Products—Ⅱ. Seaweeds Yoshiro HASHIMOTO and Yasuhiko MAEDA

Some of seaweeds were proved to be considerably rich in vitamin B₁₂, as shown in Tab. 2. Especially, the Japanese common food, "Asakusanori", contains much vitamin B₁₂ and shows APF activity (Tab. 1). Table 1 may suggest the presence of another active substance(s) other than vitamin B₁₂. The active substance for *Euglena* in *Porphyra* was destroyed by alkali-treatment and moved little in paper partition chromatography with wet n-butanol just like B₁₂ (Tab. 1 and Fig. 1). The presence of vitamin B₁₂ and APF in seaweeds, a group of plant, is very interesting.

緒 言

ビタミン B₁₂ 及び APF の天然物に於ける分布に関しては諸氏の研究があるが、一般に動物組織特にその肝臓に豊富に含まれていることが判明している。これに対して高等植物では B₁₂ は殆ど存在せず、穀類其他に *Lactobacillus leichmannii* の成長を促進する物質が含まれているが、これは B₁₂ と異り、Thymidine 及び他の Desoxyribosides であるとされている。この点問題になつたのは alfalfa meal で 4.1% の見掛上の B₁₂ 活性度を示す (*L. leichmannii*)。これに就て、PEELER 等¹⁾ は活性物質の一つは明に Thymidine によるが、その主要なものはアルカリでは破壊されないが Paper chromatography では B₁₂ と極めて近い挙動をとる B₁₂ 類似物であるとしている。これに対し、BICKOFF 等²⁾ は PEELER のいう B₁₂ 類似物の存在は認めてはいるが、全活性物質の 85% 以上が B₁₂ によるものでないとしている。

一方各種の微生物³⁾、特に抗菌性物質生産菌は著しく B₁₂ を生産することが判り、これら抗菌性物質製造廃液は B₁₂ 原料として産業的に利用されている。

我々は各種水産物中の B₁₂ 及び APF の測定を行い、その一部は第 1 報に報告したが、最近海藻中に予想外に B₁₂ が多いという注目すべき結果を得た。我々が海藻に着目し、試験した根拠は主として次の三点にある。

第一は海藻が植物分類学上極めて下等でバクテリアや黴に近いことは、B₁₂ 存在の可能性を予想させるように思えた。

第二は過去に報告された海藻特にアサクサノリの栄養試験の結果である。朝鮮水試⁴⁾ 及び丹下⁵⁾ はアサクサノリが栄養上極めて優れた食品であることを立証している。特に朝鮮水試の試験は、アサクサノリの蛋白が唯一の蛋白源となる様に澱粉、脂肪其他の基本飼料にアサクサノリを添加して白鼠を飼育し、その蛋白

が各種魚肉蛋白に劣らぬ優秀なものであることを立証している。然し、この結果を今日の知識で考えれば次の様な疑問が生ずる。即、これはノリ蛋白自身の栄養的優秀さを示すものではなく、或いは APF の豊富な存在により、植物蛋白であるアサクサノリ蛋白が動物性蛋白と同等の機能を発揮したためではないかという疑問である。

第三に土屋氏⁶⁾ は水産物の Co 含量を測定し、例は少いが海藻には水産動物に劣らない Co があることを見ていることである。B₁₂ 中の Co 含量は 4.5% に過ぎず、含まれる Co が凡て B₁₂ に由来するとは到底考えられないし、又 Co が多いことが必しも B₁₂ の多いことを示すものではないにせよ、一応試験の必要を認めた。

このような観点から先ずアサクサノリの B₁₂ を *Euglena* を用いて測定した処、水産動物の肝臓には劣るが前報の筋肉其他に匹敵する B₁₂ を含むことが判つた。其後海藻に就て行つた試験の概要を此処に報告する。

I. アサクサノリの B₁₂ について

前述の如く、*L. leichmannii* は B₁₂ 以外に Thymidine 等に response を示す。この点アルカリ処理⁷⁾を行えば、B₁₂ は破壊されるが他の活性物質は変化がないので、特に植物試料ではアルカリ処理を行つた価を補正すれば真の B₁₂ の値が得られるとされている。この点 *Euglena gracilis* はこれら B₁₂ 類似活性物質に殆ど response を示さない。⁸⁾⁹⁾ 然し、ノリの B₁₂ 活性物質が B₁₂ であるかどうかを更に確認するため、急の爲アルカリ処理と Paper chromatography による分別を行つて見た。

Tab. 2 に示すようにアサクサノリの抽出液をアルカリ処理 (0.2 N NaOH 濃度, 100°C 30 分) すれば全く活性がなくなる。尙二三の海藻に就てこのアルカリ処理を試みたが表に示すように殆ど活性を喪失した。

B₁₂ に関する Paper chromatography に関しては多くの研究があるが、これによると水飽和 n-butanol で展開すると B₁₂ は殆ど動かず、他の B₁₂ 類似活性物質は比較的速くまで移動する。然しこれら報告の殆どが *L. leichmannii* によるもので *Euglena* を用いた例は PIGREN⁹⁾ と 上田¹⁰⁾ だけである。

我々は YAKOWITZ¹¹⁾ の方法に従い、アサクサノリの熱水抽出液、B₁₂ (チトーゲン) を東洋濾紙 No. 2, 2.5 × 25 cm の濾紙片上水飽和 n-butanol を用い上昇法で展開した。20 cm 上昇させた後乾燥、1 cm 毎に切断、培養液に入れ常法通り滅菌、接種、培養を行つた。得た結果は Fig. 1 の通りで、B₁₂ と同様殆ど動かない。

以上 *Euglena* の response, アルカリ処理による破壊、Paper chromatography の結果から、アサクサノリの活性物質が B₁₂ であることは殆ど間違いない。

II. アサクサノリの醗に対する成長促進効果

アサクサノリを all vegetable ration に添加し、その APF 効果を検討して見た。実験法は第 I 報記載の通りである。対照として無添加群と B₁₂ (チトーゲン) 群を設けた。使用したアサクサノリは 20 r% (熱水浸出) の B₁₂ を含むので B₁₂ 群 (20 r/kg. 基本飼料) と同様になるように 100 g/kg. 基本飼料を与えた。使用ノリは大森産の上等品で、細切した

Fig. 1 *m_r* of V. B₁₂ activity

添加量を 12 倍量の水と 80°C, 30 分加熱、基本飼料に混じて投与した。(この煮熟処理によつて B₁₂ の約 70% が水に移行する)

4週間の体重増加は Tab. 1 の通りで、明にアサクサノリは APF 効果を示し、B₁₂ 群よりはるかによい成長を示した。これはアサクサノリに B₁₂ と同時に他の成長促進因子が存在する為と考えられる。尙本実験は前報 Tab. 5 と同時に行つたものである。

Table 1. Average increase of chick body weight in 4 weeks

Supplement to basal diet			Average increase of body weight	Number of died	Rate of increase
	%	B ₁₂ r%			
"Asakusanori" <i>Porphyra tenera</i>	10	2	221.9 ^g	0	123.1
B ₁₂ ("Cytogen")		2	208.4	0	115.6
None	0	0	180.3	0	100

Ⅲ. 各種海藻中の B₁₂

現在迄に測定した各種海藻中の B₁₂ 含量は Tab. 2 に示す通りである。

まだ調査した海藻が少いので、決定的なことはいえないが、海藻には B₁₂ 含量が予想外に高いものがあり、水産動物筋肉に匹敵するものがある。一般に緑藻、褐藻、紅藻による分類上の差は著しくないが、葉体が薄く、ノリと名のついたものには多いようである。藻体の比較的厚いものには少いようで、褐藻類のコンブ、アラメ、ワカメは少かつた。但しコンブはかなり古い材料によつたもので、新鮮なものについては更め

Table 2. Vitamin B₁₂ content in seaweeds

	Seaweeds			B ₁₂ r%	
				A*	B**
Green alagae	ウスバアノリ	<i>Enteromorpha Linza</i>	fresh	3.9	
Brown algae	三石コンブ	<i>Laminaria angustate</i>	air-dry	0.3	
	カゴメノリ	<i>Hydroclathrus cancellatus</i>	fresh		3.0
	ウミトラノヲ	<i>Sargassum Tunbergii</i>	"		1.2
	ホンダワラ	<i>S. enerve</i>	"		1.0
	マカモク	<i>S. Horneri</i>	"		0.4
	オーパモク	<i>S. Ringgoldianum</i>	"	0.1	
	アラメ	<i>Eisenia bicyclis</i>	"		0.3
	カジメ	<i>Ecklonia cava</i>	"		0.6
	ワカメ	<i>Undaria pinnatifida</i>	"		0.7 (0.1)+
	ヒジキ	<i>Hijikia fusiformis</i>	"	1.2	
	ハバノリ	<i>Endarachne Binghamiae</i>	"		1.5
	カヤモノリ	<i>Scytosiphone lomentarius</i>	"		1.5
Red algae	テングサ	<i>Gelidium amansii</i>	"		4.0 (0)
	オバクサ	<i>Pterocladia capillacea</i>	"		1.0
	アサクサノリ	<i>Porphyra tenera</i>	air-dry	3.5	
			"	15.0	
				20.0	20.0 (0)

* On the water extract of untreated materials.

** On the water extract of materials digested with trypsin.

+ () Alkali-treated.

て試験したい。

例は少ないが、アサクサノリの生と製品の含量を比較すると、その製造過程に殆ど B_{12} の損失はないようである。又熱水浸出とトリブシン消化では殆ど差が出なかつた。

要 約

海藻類に B_{12} が予想外に多いことを見た。特にアサクサノリは B_{12} 含量も高く、他の生長促進因子の存在と相俟つて、可成りの APF 効果を示した。これは在来各種のビタミンを豊富に含み、栄養食品として推奨されたアサクサノリの評価を一段と高めるものと思える。又海藻が比較的豊富な B_{12} 給源となり得ることは海藻の食品価値に新たな知見を加えるものである。

本研究を行うに当り森高次郎教授より種々御教示を賜り研究費の一部は文部省科学研究費及び農林省水産科学技術研究費によつた。こゝに感謝の意を述べる。

文 献

- 1) H. T. PEELER et al: *J. Nutrition*, **43**, 49 (1951)
- 2) E. M. BICKOFF et al: *Arch. Bioch.*, **28**, 242 (1950)
- 3) E. L. RICKES et al: *Science* **108**, 634 (1948)
- 4) 朝鮮水試: 昭和4年度事業成績 製造部 84
- 5) 丹下, 大塚: 理研彙., 29 輯 988 (1941)
- 6) Y. TSUCHIYA and T. MAKUTA: *Tohoku J. Agri. Res.*, **11**, 113 (1951)
- 7) C. E. HOFFMAN et al: *J. B. C.*, **181**, 635 (1949)
- 8) HUTNER et al: *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **70**, 118 (1949)
- 9) J. C. PICKEN and W. R. BAURIEDL: *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **75**, 511 (1950)
- 10) 上田, 佐藤: ビタミン **4**, 191 (1951)
- 11) H. YACOWITZ et al: *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **71**, 372 (1949)