フィッシュソリュブルに関する研究—Ⅳ.

フィッシュソリュブルのシロネズミに対する UGF 効果 (2)*

築瀬正明・荒井君枝

(1967 年 8 月 14 日受理)

Studies on Fish Solubles—IV.

Effect of Unidentified Growth Factor in Fish Solubles
on Growth of Rat (2)

Masaaki YANASE and Kimie ARAI**

Two feeding trials with rats were carried out to determine the possible presence of unidentified growth factor in fish solubles or whole meal.

In the first test four groups of weanling rats, 3 males and 4 females each, were pair-fed for 6 weeks. To the control group was administered a basal diet containing casein at 15% level and to the comparable groups, test diets in which 15 percent of the amount of casein was replaced isonitrogenously by jack mackerel meat meal, liver solubles and liver meal from bluefin tuna respectively.

The results showed that supplement with the two fish materials improved protein efficiency ratio (PER) of females in the latter half period though not in the former half period of feeding. The effect of fish materials was not observed in males during the entire feeding period.

The second test was carried out similarly, but two levels of dietary protein, 15 and 8%, were provided and saury fish solubles was used as the sole substitute. At 15% level of protein, supplementing basal diet with the fish solubles had no effect on the growth of rats of both sexes, and this trend was uninfluenced by preventing coprophagy in rat.

However, at 8% protein level, the fish solubles improved PER in females by 12 percent as the test period progressed.

前報¹⁾ではアジの肉部、不可食部より試製した2種のフィッシュソリュブル（以下単にソリュブルと記す）についてシロネズミによる成長試験を行ない、UGF (unidentified growth factor, 未知成長因子) に基づく成長促進効果を調べたが、カゼインを蛋白源とする基本餌料を与えた対照群と、カゼインの一部をそれらのソリュブルで代替した試験群とで体重増加量に見るべき差異は認められなかった。

この問題をさらに追求するため、他の供試料を用いて二つの実験を行なったが、この結果飼育条件によってはソリュブル類にそのような効果があることを観察した。

実験方法

実験1の供試料 アジ肉ミール—磨砕したマアジ *Trachurus trachurus* の肉部分に 1.5 倍のベンゾールを加えて還流下に加熱し、ベンゾールと水の二元共沸に基く脱水、脱脂操作を行なう。この操作を2回くり返した後風乾して溶剤を除去した。このようにして調製したミールは原料中のエキスを失っていないか

東海区水産研究所業績 B 480

* 前報（本研究-Ⅲ）を本副題（1）とする。

** 東海区水産研究所 (Tokai Reg. Fish. Res. Lab., Kachidoki, Chuō-ku, Tokyo, Japan)

Table 1. Chemical analyses of protein sources used in feeding trials.

	Protein source	Dry matter %	Crude protein %	Fat %	Ash %	V.B.N*** mg%
Exp. 1	Whole meat meal of jack jack mackerel (MM)	97.0	82.6	3.98	7.28	70
	Whole liver meal of bluefin tuna* (LM)	95.9	68.1	4.50	6.43	58
	Liver solubles of bluefin tuna* (LS)	61.1	43.9	0.34	4.79	244
	Casein**	90.3	80.3	0.23	1.45	—
Exp. 2	Fish solubles of saury (SS)	66.9	59.4	0.69	3.38	277
	Casein**	94.3	87.2	0.47	1.25	5.5

* Southern Australian bluefin tuna.

** The casein purified by washing with 0.5% acetic acid was used.

*** Volatile basic nitrogen.

Table 2. Composition of diets (Exp. 1).

Ingredient	Diet*			
	Basal	+MM	+LM	+LS
Protein source	15 Casein	12.75 Casein 2.19 MM	12.75 Casein 2.65 LM	12.75 Casein 4.12 LS
Starch	40	40	40	40
Sucrose	32.2	32.2	31.7	32.0
Soybean oil	5	5.4	5	5
Salt mixture**	4	4	4	4
Vitamin mixture***	0.5	0.5	0.5	0.5
<i>dl</i> -Methionine	0.2	0.2	0.2	0.2
Choline chloride	0.1	0.1	0.1	0.1
Cellulose flour	3	3	3	3
Total	100	99.94	99.90	101.67

* Abbreviation: MM = Meat meal of jack mackerel (whole), LM = Liver meal of bluefin tuna (whole), LS = Fish solubles of saury.

** Jones-Foster salt³).

*** Vitamin mixture in starch, supplied: (mg/1 kg diet) thiamin-HCl 5, riboflavine 8, pyridoxine-HCl 5, Ca-pantothenate 40, niacin 40, inositol 100, *p*-aminobenzoic acid 100, ascorbic acid 100, folic acid 2, biotin 0.4, vitamin B₁₂ 0.03, menadione 5, vitamin A (2,000 IU), vitamin D₃ (200 IU) and *dl*- α tocopherol 80.

ら、いわゆる whole meal である。マグロ肝ミール—インドマグロ *Thunnus maccoyi* の肝ぞうを用い、アジ肉ミールと同様にして調製した。マグロ肝ソリュブル—インドマグロの肝ぞうについて前報と同方法によつた。すなわち磨砕原料に等量の水を加え、酵素剤プロナーゼ-P を 0.3% 添加し攪拌しながら 50°C で 4 時間酵素分解する。汙過して得られる可溶部を分液漏斗により少量の浮上油を除いた後湯せん上で加熱濃縮した。

実験 2 の供試料 サンマソリュブル—サンマ *cololabis saira* の全魚体を原料とし、マグロ肝ソリュブルと同様にして製造した。**カゼイン**—実験 1, 2 の基本餌料蛋白源に用いたカゼインは市販オーストラリア産カゼインを大量の 0.5% 酢酸により洗滌し、可溶物質を抽出除去したものである²⁾。

これらの実験材料について常法により一般成分を、Conway 法により揮発性塩基 N を測定した結果は Table 1 の通りである。

本表において実験 1 と実験 2 に使用したカゼインの分析値にかなりの差異が見られるが、同原料につき同処理をして得られたものなので、両者に本質的な成分の違いはないものと考えている。

成長試験 実験 1—離乳した吞竜系シロネズミを雄 3, 雌 4 の 7 匹あて 4 群に分け、温度 23°C, 湿度 60% に調節した飼育室において 1 匹ずつ分離し pair-feeding に準じた給餌法により 6 週間飼育した。各群に投与した餌料組成は Table 2 の如くで、対照群ではカゼイン 15% を蛋白源とし、試験群ではカゼイン蛋白の中、その 15% を供試料で代替している。

餌料組成において前報と相違する点は、カゼインに対する供試料の代替割合を 10% から 15% に増したこと、*dl*-メチオニンを 0.2% 添加したこと、塩類としてマ氏塩の代りに Jones-Foster 塩³⁾を使用したこと、ビタミン混合物中の数種 B 群の配合量を前回の 1/2~1/10 に減じたことなどである。1 週間毎の体重測定のほか正確な摂取餌量を求めることに努めた。このため餌料は秤量後熱湯を注いで糊状となしてから与え、食べ残しのあるときはこれを糊化前の量に換算して投与量より差引いた。

実験 2—飼育方法は実験 1 と同様であるが、使用動物数は雄 3, 雌 3 の 6 匹ずつ 6 群、飼育期間は 7 週間、それに Table 3 に示す如く餌料蛋白レベルを 15% と 8% の 2 種とし、蛋白 15% にあつては通常の対照

Table 3. Composition of diets (Exp. 2).

Ingredient	15% protein diet		8% protein diet	
	Basal	+SS**	Basal	+SS**
Protein source	15 Casein	12.75 Casein 3.30 SS	8 Casein	6.8 Casein 1.76 SS
α -Starch	40	40	47	47
Sucrose	32.2	32.2	32.2	32.2
Soybean oil	5	5	5	5
Salt mixture*	4	4	4	4
Vitamin Mixture*	0.5	0.5	0.5	0.5
<i>dl</i> -Methionine	0.2	0.2	0.2	0.2
Choline chloride	0.1	0.1	0.1	0.1
Cellulose flour	3	3	3	3
Total	100	101.05	100	100.56

* See footnotes in Table 2.

** Fish solubles of saury.

群, 試験群のほか tail cup* を付した食糞防止群をそれぞれに設けている。なお餌料澱粉源として α -澱粉を用いた。

結 果

実験 1—飼育期間中, 各個体はマクロ肝ミール群の雄 1 匹が第 3 週目に死亡したことを除くとほぼ正常な発育を示した。雌雄を合わせた 6 週間の飼育結果は Table 4 の如くである。各群の体重増加量, 蛋白効率

Table 4. Feeding results of Experiment 1 (part 1)*.
(Feeding period 6 weeks, June 8~July 20, '65)

Diet**	No. rats***	Initial weight g	Weight gain g	Food intake g	Protein intake g	PER****
Basal	7	54.3	171.8	721.8	86.93	1.976(100)
+MM	7	54.1	175.7	728.4	87.77	2.002(101.3)
+LM	6(1)	53.7	163.4	713.6	85.99	1.901(96.2)
+LS	7	54.0	173.1	747.4	88.49	1.956(99)

* Values are the means of individual values for 7 or 6 rats.

** Refer to the foot note in Table 2 for abbreviations.

*** Number of death in parenthesis.

**** Protein efficiency ratio; grams of gain per gram of protein eaten.
Index of PER in parentheses.

Table 5. Feeding results of Experiment 1 (part 2)*.

Diet**	No. and sex of rats***	1st-3rd week				4th-6th week			
		Weight gain g	Food intake g	Protein intake g	PER	Weight gain g	Food intake g	Protein intake g	PER
Basal	4 ♀	87.3	310.2	37.36	2.335 (100)	61.5	394.3	47.48	1.295 (100)
+MM	4 ♀	89.0	311.3	37.52	2.372 (101.5)	71	414.2	49.91	1.422 (109.8)
+LM	4 ♀	88.8	312.6	37.67	2.356 (100.8)	54.3	385.9	46.50	1.166 (90.0)
+LS	4 ♀	91.0	319.1	37.79	2.408 (103.1)	68.3	425.6	50.39	1.354 (104.5)
Basal	3 ♂	103.3	314.5	37.87	2.728 (100)	99.3	430.6	51.86	1.915 (100)
+MM	3 ♂	100.7	303.8	36.61	2.749 (100.7)	96	428.5	51.64	1.859 (97.0)
+LM	2(1) ♂	107	314	37.84	2.828 (103.6)	97.5	430.6	51.89	1.879 (98.1)
+LS	3 ♂	99.7	315.1	37.31	2.671 (97.9)	92	436.0	51.63	1.782 (93.0)

* Values are the means of individual values for 4 to 2 rats.

** Refer to the foot note in Table 2 for abbreviations.

*** Number of death in parenthesis.

* ネズミは好んで糞を食べる習性がある。BARNES⁴⁾ は食糞を防止する手段として細工したポリエチ製の小びん—tail cup をネズミの尻に取り付けた。排泄した糞はこれに溜りネズミは糞を口にすることができない。

Table 6. Feeding results of Experiment 2 (part 1)*.

(Feeding period 7 weeks, Nov. 9~Dec. 29, '65)

Diet**	Treat- ment***	No. rats	Initial weight g	Weight gain g	Food intake g	Protein intake g	PER
Basal (15% protein)	None	6	52.5	152.3	566.8	74.13	2.055 (100)
Basal (15% protein)	C. P	6	52.7	124.7	551.9	72.17	1.727 (84.0)
+SS	None	6	52.3	137.7	564.4	73.03	1.885 (91.7)
+SS	C. P	6	52.5	117.3	575.3	74.45	1.576 (76.7)
Basal (8% protein)	None	6	52.5	121.3	567.6	39.58	3.065 (100)
+SS	None	6	52.5	122.7	574	39.81	3.082 (100.6)

* Values are the means of individual values for 6 rats.

** SS=Fish solubles of saury.

*** C. P=Coprophagy prevention.

Table 7. Feeding results of Experiment 2 (part 2)*.

Diet**	Treat- ment***	No. and sex of rats	1st-4th week				5th-7th week			
			Weight gain g	Food intake g	Protein intake g	PER	Weight gain g	Food intake g	Protein intake g	PER
Basal (15% protein)	None	3 ♀	66.3	258	33.74	1.966 (100)	67	297.4	38.90	1.722 (100)
Basal (15% protein)	C. P	3 ♀	54	258	33.74	1.600 (81.4)	53	266.7	34.88	1.519 (88.2)
+SS	None	3 ♀	60.7	258	33.39	1.837 (93.4)	60	291.8	37.75	1.589 (92.3)
+SS	C. P	3 ♀	49.7	258	33.39	1.487 (75.6)	59.7	313.7	40.59	1.469 (85.3)
Basal (8% protein)	None	3 ♀	56.3	258	17.99	3.131 (100)	55.3	298.1	20.79	2.661 (100)
+SS	None	3 ♀	57.3	258	17.99	3.204 (102.3)	64.3	310.9	21.56	2.983 (112.1)
Basal (15% protein)	None	3 ♂	73.7	258	33.74	2.183 (100)	97.7	320.3	41.88	2.332 (100)
Basal (15% protein)	C. P	3 ♂	60.7	258	33.74	1.798 (82.4)	81.7	321	41.98	1.945 (83.4)
+SS	None	3 ♂	72.7	258	33.39	2.176 (99.7)	81.3	321	41.54	1.958 (84)
+SS	C. P	3 ♂	54.7	258	33.39	1.637 (75)	70.7	321	41.54	1.701 (72.9)
Basal (8% protein)	None	3 ♂	58	258	17.99	3.223 (100)	73	321	22.39	3.261 (100)
+SS	None	3 ♂	58	258	17.89	3.241 (100.6)	65.7	321	22.26	2.949 (90.4)

* Values are the means of individual values for 3 rats.

** SS=Fish solubles of saury.

*** C. P= Coprophagy prevention.

を比較すると、マクロ肝ミール群は対照群にやや劣り、他のアジ肉ミール、マクロ肝ソリュブル群も対照群とほぼ同等の値を示すにとどまる。

しかしこの飼育結果を Table 5 の如く、性別にかつ飼育期間の前期と後期に分けて検討すると、そこに注目すべき現象が見出される。飼育後期の雌においてはアジ肉ミール、マクロ肝ソリュブル群は対照群に比し摂取餌量がやや多く、体重増加量が大きい傾向が見られ、蛋白効率についても両群の優位は変わらず、対照群：アジ肉ミール群：マクロ肝ソリュブル群=100:109.8:104.5 を示す。これに反し、雄ではそのような事例は見られず、試験群は多くの場合体重増加量、蛋白効率とも対照群に劣るようである。

実験 2—餌料中に α -澱粉を用いたことによるものが各個体は実験 1 に時々見られた下痢もなく、食糞防止群を除けば順調な成長を示した。tail cup による食糞防止の実施は不慣れのため手数がかかったがほぼその目的を達している。

Table 6, 7 に見る如く、蛋白レベル 15% においては総計の飼育結果でもさらに性別、期間別の結果でも、サンマソリュブル群の示す体重増加量、蛋白効率は対応する対照群のそれより劣っており、食糞防止の処置もこの傾向を変えることはない。

しかし蛋白レベル 8% においては実験 1 における如く、雌雄により異なる飼育結果が観察される。雌を見ると、飼育前期 4 週間では目立たないが後期 3 週間における体重増加量はソリュブル群が明らかに対照群より大である。同期間の摂取餌料もソリュブル群の方がやや多いが、蛋白効率の比較でも両群間に 12% の差異が存在する。

雄のこの間の蛋白効率は、雌の場合とは裏腹にソリュブル群が目立つて低い。

考 察

雌にあつては飼育後期に至り群間で摂取餌量に差が出ているので、各餌料による成長効果の指標には、見掛けの体重増加より摂取蛋白単位当りの体重増加量—蛋白効率を基準にする方が合理的である。

さて基本餌料の蛋白源カゼインはそれ自体良質な蛋白質であるが、これにメチオニンを補足し、理想型蛋白の卵アルブミンに近づけてある。したがつてカゼインの一部を魚類蛋白で置き換えても蛋白質の質がそれ以上に改善されることは起りにくい。供試料添加により蛋白効率の向上が見られるとき、その主因は供試料中の蛋白質以外の要素に求めるべきであろう。しかし、粗試料をそのまま用いている本実験の条件下では、これを以て UGF ありと断定することについては論議の余地があるが、少なくとも UGF 存在の可能性を支持するものと考えている。

今回行なわれた二つの成長試験を通じ、供試料添加による成長効果が雌雄合わせた飼育結果には見られないことは前報と同様であるが、対象動物を雌だけに限定すると、供試料によりかつ飼育条件によつてかなりの成長効果が認められることは注目に値する。またその効果が飼育後期に至つて出現していることは、この因子が雌性の成熟に関連あることを思わしめて興味深い。

なお実験 1 でマクロ肝ミールだけは雌に対しても成長効果を示さなかつたが、同群の雄 1 個体が飼育途中で死亡していることより見て、その原因は供試料調製上の欠陥、例えば溶剤の除去が完全でなかつたことなどによるのではないかと憶測している。実験 2 において蛋白レベル 8% で現われた供試料の成長効果が、蛋白レベル 15% では全く見られなかつたことは実験 1 の結果に合致しない。これは供試原料の違いによるものと考えるが、ここで重要なことは供試料の添加効果は低蛋白レベルにおいて現われ易いというこの現象が、供試料の種類によらず普遍性を有するかどうかである。また飼育条件に食糞の影響を吟味した意図は、シロネズミに B₁, B₁₂ などビタミン B 群欠乏を起させるには通常の飼育条件では難しく、食糞を防止することが必要であるとの BARNES^{5,6)} の先例に倣つたものであるが期待する結果は得られなかつた。

要 約

前報に引き続き、シロネズミを用いる成長試験によりフィッシュソリュブルないしは whole meal の

UGF (未知成長因子) 効果について吟味した。

実験1では1群当り雄3, 雌4匹の離乳シロネズミを用い, 対照群にはカゼイン15%を含む基本餌料を, 試験群にはカゼイン蛋白の中の15%をアジ肉ミール, マグロ肝ミール, マグロ肝ソリュブルでそれぞれ代替した餌料を与え, pair-feedingにより6週間飼育した。供試料添加による成長効果は雌雄合わせた飼育結果では見られないが, 飼育後期の雌において特異的に認められる。同期間における雌の蛋白効率是对照群100に対し, アジ肉ミール群, マグロ肝ソリュブル群は109.8, 104.5を示した。

実験2においては1群当り雄3, 雌3匹を使用, サンマソリュブルを供試料とし, 餌料の蛋白レベル15%と8%について前実験と同様に7週間飼育した。この場合は蛋白15%では雌雄ともソリュブル群は対照群より低い蛋白効率しか示さず, この傾向は食糞防止をしても変わらない。一方蛋白8%では供試料の添加効果が実験1と同様に飼育後期の雌に現われ, 対照群の蛋白効率100に対しソリュブル群は112となった。

文 献

- 1) 築瀬正明・村山繁雄: 東海水研報, No. 43, 73~76 (1965).
- 2) J. E. GANDER and M. O. SCHULTZE: *J. Nutrition*, 55, 543~557 (1955).
- 3) J. H. JONES and C. FOSTER: *ibid.*, 24, 245 (1942).
- 4) R. H. BARNES, G. FIALA, B. MCGEHEE and A. BROWN: *ibid.*, 63, 489~498 (1957).
- 5) R. H. BARNES, E. KWONG, K. DELANG and G. FIALA: *ibid.*, 71, 149~155 (1960).
- 6) R. H. BARNES and G. FIALA: *ibid.*, 65, 103~114 (1958).