

南極蝦飼料化之研究— I

南極蝦粉蛋白源之利用

羅秀婉·陳茂松

Studies on the Utilization of Krill for Feedstuff-I

Krill Meal as Protein Source for Young Tilapia

Shou-Wan LOU and Mao-Song CHEN

Since more and more nations declare the 200-mile seaward economic zones, Russia, Japan, Chile and Taiwan etc. have been active in krill research. But because of the problems of storage and difficulty in the development of new product, it is most viable approach that krill exploitation should be conducted to supply krill as primary product for human foods and with meal as complementary product.

Though the detailed results of feeding trials were not available, it is reported that the growth rate of land animals, eel and salmonids etc. were unchanged or even improved when fed on krill. The feasibility of krill meal for fish feed is still not clearly discussed. Thus, Feeding trial was carried out with diets of various krill meal content fed to red tilapia 7 weeks, and the body weight gain and nutritional values were assessed. From feeding data, krill meal with comparable composition to fish meal has favourable feed quality. Red tilapia showed the highest efficiency in protein utilization, as the protein level was between 20-28 %. On considering the protein accumulation, the optimal protein level for red tilapia is over 38 %. It needs further investigation to confirm whether krill meal is comparable or superior to fish meal.

前 言

本省所需之魚粉，目前大部份靠進口。本省雖亦有魚粉之生產，但年產量不多，約在 3000~4000噸左右，不及進口量之 5%，且品質較差，多以水產加工處理之廢棄物如魚蝦之頭、骨及內臟等為原料，或以拖網漁船漁獲之下什小型魚類製成之雜魚魚粉。輸入之褐色魚粉，向來多供畜產業用，白魚粉則供養鰻及其他水產養殖業用。養魚配合飼料每年約需 35,000噸 以上之白魚粉¹⁾，一向仰賴日本進口工船製之魚粉。但自從美國宣佈 200 哩經濟海域以來，日本魚粉之生產量激減，且售價節節升高，據漁業局有關單位透露，目前本省每年向日本進口 15,000 多噸之白魚粉，不敷之數量，則由進口其他非工船製之雜魚魚粉及省產之魚粉以為補充。在現況之下，對魚粉之需求甚殷，故企盼能找到其他適當原料，以為魚粉之代用飼料源，降低水產養殖業對進口魚粉之依賴。

南極蝦粉，多呈蝦紅色或橙色，其一般組成及氨基酸組成可媲美魚粉²⁾。雖然，以南極蝦飼育陸生動物³⁻⁴⁾、鰻及鮭鱒之詳細資料無法獲得，但從報告中獲知，飼育動物之成長率有些並不比原來所用的飼料為差，有些則更好⁵⁻⁸⁾。至於南極蝦粉代替魚粉作為魚糧之可行性及其作為飼料蛋白源之營養價值，則有待探究。因此，筆者等以紅尼羅魚為飼育魚種，餵以南極蝦粉含量不等之配合飼料，以評估南極蝦粉作為飼料蛋白源之效果。

Table 2. Results of the feeding experiment¹⁾ and Ratio and Net Protein Utilization of

Lot No.	Diet ²⁾ No.	Diet Consumed g	Total Protein intake g	Total body weight				Feed efficiency ratio %	Conversion factor	Protein efficiency ratio
				Initial g	Final g	Increase g	Percent gain %			
1	1	37.8	—	24.51	20.83	-3.68	-15.0	—	—	—
2	2	121.8	24.48	27.86	98.32	70.46	253	57.8	1.73	2.88
3	3	144.0	33.26	27.86	129.13	101.27	353	70.3	1.42	3.04
4 ⁴⁾	4	129.8	36.47	27.87	128.20	103.99	360	80.1	1.35	2.85
5 ⁴⁾	5	160.1	51.87	27.87	170.57	142.63	512	89.1	1.12	2.75
6 ⁴⁾	6	164.8	62.80	26.45	185.95	159.50	595	96.7	1.04	2.54
7	1	38.2	—	26.83	22.11	-4.78	-17.8	—	—	—
8	2	116.7	23.46	27.32	93.24	65.92	241	56.5	1.77	2.81
9	3	127.0	29.34	26.27	111.02	84.75	323	66.7	1.50	2.89
10	4	153.2	43.05	27.30	146.89	119.59	438	78.1	1.28	2.78
11	5	188.0	60.91	26.51	195.39	168.88	637	89.8	1.11	2.77
12	6	201.9	76.92	26.17	234.32	268.15	795	103.1	0.97	2.70

1) *Tilapia* sp. weighing 1.0g per fish were fed on diet containing krill meal as protein

2) The diet ingredients were shown in Table 1.

3) The decrease rate of fish kept on a non-protein diet were used as a reference for nitrogen of each lot supposed to be raised on a non-nitrogen diet.

4) Five fish of Lot 4, sixteen fish of Lot 5 and five fish of Lot 6 were stolen by naughty. Therefore, eleven fish were supplemented to the Lot 5. The estimation of those

the estimations of Protein Efficiency, Net Protein
krill meal fed to *Tilapia* sp. at different protein levels.

Estimated ³⁾ body weight decrease on non-protein diet g	Net protein ratio	Final total body-N	Protein accum- ulation rate	Protein utilization rate	Estimated ³⁾ total body-N on non-protein diet g	Nitrogen retained g	Net protein utilization %
—	—	0.377	—	—	—	—	—
4.57	3.06	2.183	0.40	8.0	0.428	1.755	44.8
4.57	3.20	2.915	0.43	9.9	0.428	2.487	46.7
4.57	2.82	2.912	0.41	11.4	0.429	-2.483	42.5
4.57	2.84	3.874	0.39	12.5	0.429	3.455	41.5
4.57	2.57	4.120	0.35	13.4	0.407	3.713	37.0
—	—	0.389	—	—	—	—	—
4.48	3.00	2.071	0.39	7.8	0.420	1.651	43.9
4.31	3.04	2.518	0.41	9.5	0.404	2.114	45.0
4.48	2.88	3.323	0.39	11.0	0.420	2.903	42.1
4.35	2.84	4.440	0.39	12.6	0.408	4.032	41.4
4.29	2.76	5.230	0.38	14.4	0.402	4.828	39.7

Source at different protein levels at 21~29°C for 7 weeks.

the calculation of the final body weight and final body

boys on 21th day since the feeding experiment started.

figures of Lots 4~6 were corrected on consideration of lost fish.

材料與方法

本飼育試驗所採用之飼料蛋白源，係以海功號試驗船於1977—1978年前往南極海域作業漁獲之南極蝦 (*Euphausia superba*) 為原料，在船上預煮凍藏 (-20°C)，返抵基隆後委託廠商製成並妥為保存于 -20°C 冰櫃中之南極蝦粉。本試驗以南極蝦粉為配合飼料之唯一蛋白源，以糊精(Dextrin)為增量劑，調整各試驗飼料之蛋白質含量，飼料之組成示于Table 1。如上之配合飼料調配均勻，酌加適量的水，揉成麵團狀後，以攪肉機製成粒狀飼料 (3.0%徑 \times 5.0mm長)，經冷風乾燥後，置于冷凍櫃中貯存。粒狀飼料之一般成分列于Table 1，其粗蛋白含量在0~38%間。

Table 1. Compositions (g/100g dry diet) of the test diets fed to *Tilapia* sp.

Ingredient	Diet			No.		
	1	2	3	4	5	6
Krill meal*	0	34	43	52	61	71
Dextrin	71	37	28	19	10	0
α -Starch	17	17	17	17	17	17
Lipid**	5	5	5	5	5	5
Cellulose powder	2	2	2	2	2	2
Mineral mix.***	4	4	4	4	4	4
Vitamin mix.***	1	1	1	1	1	1
	Proximate composition of the pellet diet					
Crude protein	0.8	20.1	23.3	28.4	32.4	38.5
Moisture	9.8	12.0	10.8	11.5	11.0	10.5
Crude lipid	1.5	9.4	11.4	13.1	14.1	16.0
Ash	2.2	7.3	8.8	10.0	11.0	12.7

* The composition of the krill meal : crude protein 54.02%, crude fat 15.50%, ash 13.32% and moisture 9.51%

** salad oil : fish oil=3:2

*** HALVER's mixture (1957)⁹⁾

飼育試驗用魚：紅尼羅魚 (*Tilapia* sp.) 係省水試所鹿港分所供應，先以養鰾用粉末配合飼料製成之粒狀餌，行一個月之預備飼育後，才進行下述之飼育試驗。

飼育試驗：以六種南極蝦粉含量不等之配合飼料飼育紅尼羅魚，各種試驗飼料均重複兩組，共計十二組。每組各選取25尾紅尼羅魚(約1g/1尾)，在室內30公升的玻璃水缸中，一面以流水之方式通入經活性碳脫除殘氯之自來水，一面打氣，水溫維持在約21~29°C間。每週投餌6天，繼之絕食1日後，測定各組試驗魚之總體重，以觀測其成長增重之情況。每日投餌量約為體重之3~5%，但仍須按攝餌情形酌量增減，每日之攝餌量均予以記錄。

分析方法：在飼育開始前及7週終了後，分別將各組絕食1日之紅尼羅魚，以逢機取樣之方式各採兩尾，測定整條魚體飼育前後體蛋白之含量，以估算蛋白效率 (Protein efficiency ratio, PER)¹⁰⁾。PER與淨蛋白效率 (Net protein ratio, NPR)¹¹⁾ 均為評價飼料蛋白質對魚體增重之效果，惟後者之估算須在飼育之同時增設無蛋白飼料對照區，以對照區魚體體重之遞減率，估算其他各試驗組魚以無蛋白飼料飼育7週後之體重及體蛋白含量，據此以估算飼料蛋白對魚體重維持及增加之效果。評價飼料蛋白之優劣，除了PER及NPR外，也可由測定飼育魚體N量之變化，求得淨蛋白利用率 (Net protein utilization, NPU)¹²⁻¹³⁾ 茲將PER, NPR及NPU之估算式列如下：

$$PER = \frac{\text{體重之增加量}}{\text{攝取之蛋白量}}$$

$$NPR = \frac{\text{試驗蛋白區之體重增加量} + \text{攝取無蛋白飼料時體重之減少量}}{\text{攝取之蛋白量}}$$

$$[NPU = \frac{\text{蛋白飼料區之體N量} - \text{攝取無蛋白飼料時之體N量}}{\text{攝取之蛋白N量}} \times 100$$

結果與討論

以南極蝦粉配合飼料飼育7週，其間體重之變化如Fig. 1，除第4、5及6組由於管理上之疏忽 (Table 2附註)；所得之結果僅能供參考用外，其餘各組魚體重在蛋白含量0~38%之範圍內，有隨飼料中蛋白含量之增高而增加的現象。各組魚之增重比 (Percent gain) 如Fig. 2 所示，亦

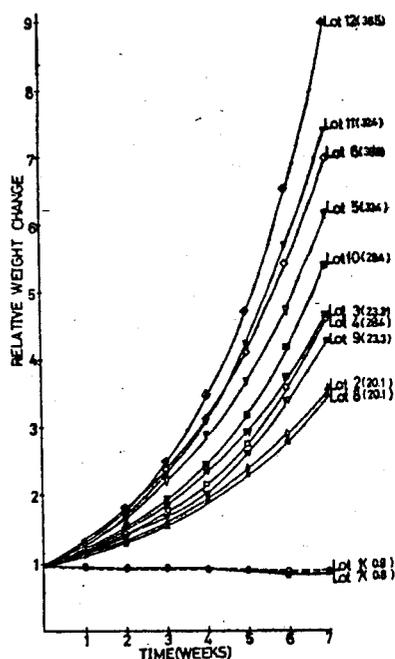


Fig. 1. Relative weight change of *Tilapia* sp. fed on the diets of different protein levels. *Figures in parenthesis indicate the dietary protein level (%).

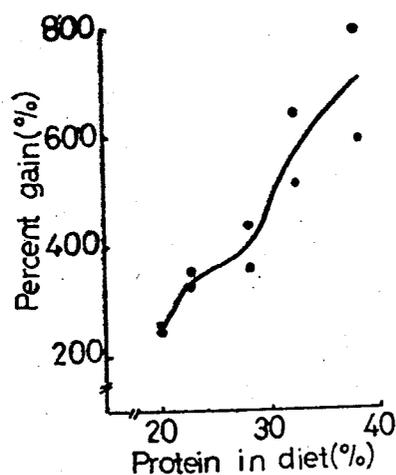


Fig. 2. Relationship between protein content of diet and the percent gain in body weight after 40 days' feeding experiment.

隨飼料中蛋白質含量之增加而增高。飼料之肉轉換係數 (Conversion factor) 在各不同蛋白含量下均低於 2 (Fig. 3), 顯示其飼料效率相當高。

至於PER之變動趨勢如Fig. 4 所示, 隨著飼料蛋白含量之增加而遞減, 但飼料蛋白含量在20~

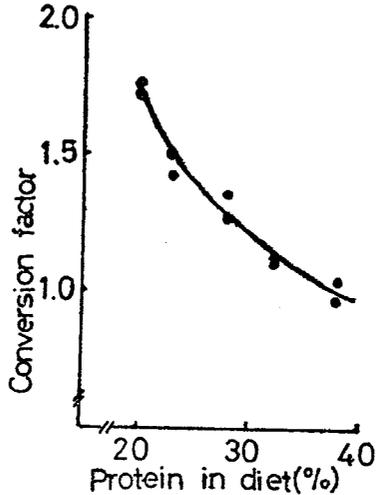


Fig. 3. Relationship between Protein content of diet and the conversion factor.

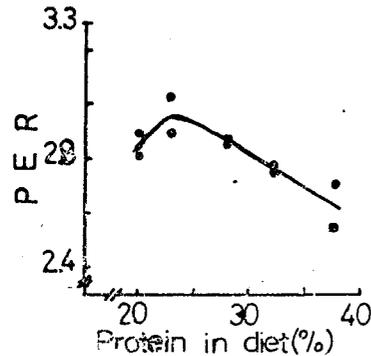


Fig. 4. Relationship between protein content of diet and the protein efficiency ratio (PER).

28%間之PER值為最高。NPR之變動趨勢也和PER 同樣, 如Fig. 5 在20~28%間之NPR值為最高。而荻野¹⁴⁾以酪蛋白 (Casein) 飼育稚鯉, 鯉魚在攝取蛋白質含量低之飼料時PER之值高, 但隨著飼料蛋白量之增高 PER 呈直線下降。另外能勢¹³⁾ 以酪蛋白、魚粉飼育虹鱖所得之PER變化趨勢則與本試驗所得之趨勢較相近。又, 若欲以PER為飼料蛋白質營養價之比較標準, 按荻野¹⁵⁾之建議, 應以酪蛋白為標準蛋白質同時進行飼育以供校正*, 並以飼料蛋白質含量30%左右者做為比較之標準。

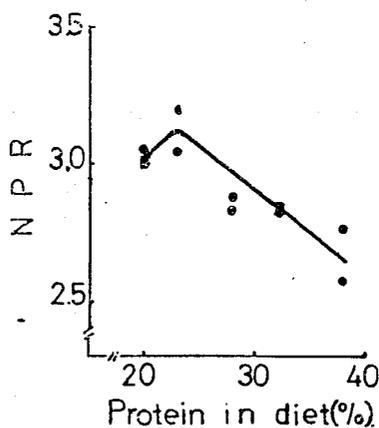


Fig. 5. Relationship between protein content of diet and net protein ratio (NPR).

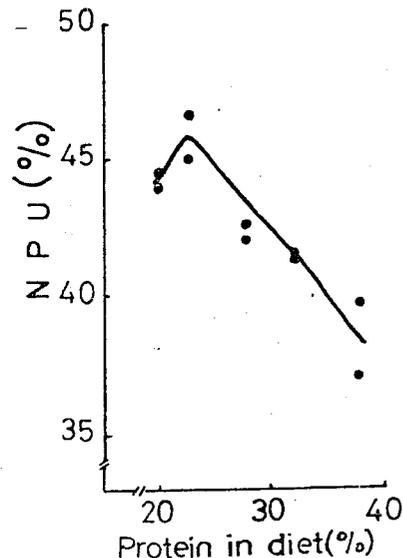


Fig. 6. Relationship between protein content of diet and the net protein utilization (NPU).

*校正值 = $\frac{\text{Casein之PER}}{\text{Casein之PER測定值}} \times \text{試驗蛋白質PER之測定值}$

目前，由於以酪蛋白飼育紅尼羅魚之試驗仍在進行，無法獲得PER之校正值。至於NPU隨飼料蛋白含量變化之趨勢 (Table 2 及 Fig. 6) 與前述PER及NPR同樣，較近似於虹鱒，而稍異於鯉魚。

綜合以上蛋白質營養價之估值，PER、NPR、NPU在蛋白質含量30%時分別為2.83、2.9及43，顯示南極蝦粉可供做飼料之優良蛋白源，惟是否可媲美白魚粉，則需進一步之飼育資料。

又，由蛋白質蓄積率 (Protein accumulation rate)* 來探討南極蝦粉蛋白在紅尼羅魚體中之蓄積效果，如Table. 2所示，其蓄積率約在0.35~0.43間，攝取飼料蛋白含量20~28%間者蓄積率稍高。魚體蛋白蓄積率，在低蛋白時主受魚體蛋白代謝量影響，而高蛋白時則受蛋白質蓄積能力及其體內氨基酸庫 (Amino acid pool) 之大小而定。另外由飼料蛋白利用價 (Protein utilization value, PUV)**來看，如Table 2 及 Fig. 7 所示，飼料蛋白利用價隨著飼料蛋白含量之增加而增高。

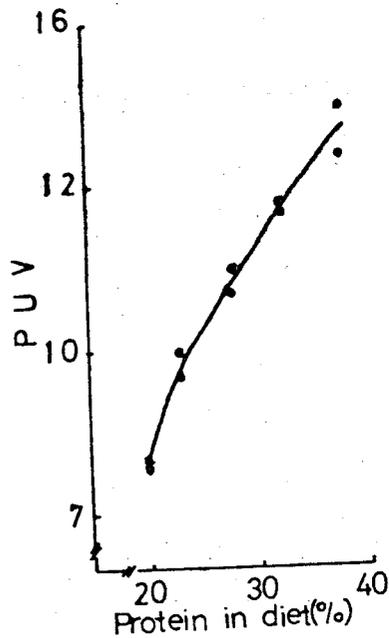


Fig. 7. Relationship between protein content of diet and the protein utilization value (PUV).

飼料蛋白利用價隨蛋白含量變化之趨勢與體蛋白之增加趨勢較一致。荻野¹⁴⁾等以酪蛋白飼育稚鯉時，發現飼料蛋白含量在21%左右時蓄積率達最高，但體蛋白之最大蓄積量則在38%左右，而飼料中蛋白質含量若再增高，其蛋白蓄積量達一定值而不再增加。而按右田¹⁶⁾等所述，金魚體蛋白之蓄積量在到達63.7%蛋白含量時達最高值，飼料中蛋白質含量若再增高，其體蛋白蓄積量反而降低。至於紅尼羅魚，由本試驗之結果推知，其體蛋白最高蓄積量可能高於38%，至於飼料蛋白含量高過其最適蛋白量以上，其蓄積情形是維持一定量或反而下降，則有待進一步飼育試驗。

由以上之蛋白效率、淨蛋白率及淨蛋白利用率言，紅尼羅魚攝取蛋白含量20~28%之飼料，其蛋白利用率達最高，但魚體蛋白之蓄積量則隨著蛋白含量之增高而增加。鯉¹⁴⁾也和本試驗之紅尼羅魚類似，其飼料最適蛋白含量與蛋白利用效率最高時之蛋白含量不同。

以南極蝦飼育鼠之蛋白營養學方面之報導亦有。據日本國立營養研究所⁴⁾以全卵蛋白、酪蛋白及脫脂之煮熟南極蝦分別餵鼠4週，由鼠體增重量、PER、NPR 值評價，脫脂煮熟南極蝦營養價雖遜于全卵蛋白組，但可媲美酪蛋白組。又據荻原⁶⁾以南極蝦粉飼育虹鱒、鰻及鯉魚之初步結果也顯示南極蝦粉可媲美白魚粉。

摘 要

筆者等為探討南極蝦粉飼料化之可行性，因是以六種南極蝦粉含量不等之粒狀配合飼料餵紅尼羅魚七週，獲得如下之結果：

(1)由飼料之肉轉換係數在蛋白質含量20~38%之間時均低於2，及由其蛋白質之PER、NPR及NPU在飼料蛋白30%時之值分別為2.83、2.9及43看來，顯示南極蝦粉可供做飼料之蛋白源，至於是否可媲美魚粉，則尚待進一步資料來評估。

$$* \text{蛋白質蓄積率} = \frac{\text{蓄積之體N量}}{\text{攝取之N量}}$$

$$** \text{飼料蛋白利用價} = \text{蛋白質蓄積率} \times \text{飼料中蛋白質含量} (\%)$$

(2)紅尼羅魚攝取蛋白含量20~28%之飼料時，其蛋白利用率最高。但紅尼羅魚飼料之最適蛋白含量與鯉魚相似，可能在38%以上。

謝 辭

本研究承水試所製造系同仁，尤以駱秋燕小姐、馮貢國及林俊平等先生之鼎力協助，以及鹿港分所之熱心提供紅尼羅魚，因是有成，謹此深致謝忱。

參 考 文 獻

- 1) 鄭森雄 (1977): 台灣水產加工業實況 中國農村復興聯合委員會 漁業專輯 No. 25A
- 2) Grantham, G. J. (1977): The utilization of krill GLO/SO/77/3 Southern Ocean Fisheries Survey Programme. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- 3) 松本恵子・一寸木宗一・濱倉大全・前川昭男・鈴木隆雄 (1976): 南極オキアミたん白質のラットに対する栄養價の検討。 栄養と食糧 29, 307~310。
- 4) 國立營養研究所 (1977): オキアミたん白質の營養價 南冰洋おきあみ資源の有効利用に関する総合研究 昭和51年度結果報告 pp1-7, おきあみ研究委員會。
- 5) Castella, B.F. (1973): A hope for the world deficit of flours of animal origin: Krill meal Av. Aliment. Myora Anim., Madr., 14(8/9), pp445-446.
- 6) 荻原正道・浮田達啓・庄司圭吾・幕田昌弘・藤田孝夫・田口吉彦 (1976): 南極オキアミの飼料原料としての利用—II オキアミミールのニジマス, コイ, ウナギにおける飼料價値について。 昭和51年度日本水産學會春季大會講演要旨。
- 7) 森 幹男・安田信一 (1976): 南極オキアミに関する研究—I. 日本水産株式會社中央研究所報告 第11號 別刷。
- 8) 荒井君枝・渡邊武彦・衣彦豐輔 (1976): オキアミの利用に関する研究—I. 成長試験によるオキアミの營養價 東海水研報 No.85, pp1-12.
- 9) Halver, J. E. (1957): Nutrition of salmonoid fishes III. Water-soluble vitamin requirements of chinook salmon. J. Nutr., 62, 225-243.
- 10) Osborne, T. B., L. B. Mendel and E. L. Ferry (1919): A method of expressing numerically the growth-promoting value of proteins, J. Biol. Chem., 37, 223-229.
- 11) Bender, A. E. and B. H. Doell (1957): Biological evaluation of protein: a new aspect, Brit. J. Nutr. 11, pp140-148.
- 12) Miller, D.S. and A.E. Bender (1955): The determination of the net utilization of proteins by shortened method, Brit. J. Nutr., 9, pp382-388.
- 13) Nose T. (1971): Determination of nutritive value of food [protein in fish] Nutritive value of casein, white fish meal and soybean meal in rainbow trout fingerlings. Bull. Freshwater Fish. Res. Lab. Vol. 21(1), pp85-98.
- 14) 荻野珍吉・齋藤邦男 (1970): 魚類の蛋白質營養に関する研究—I. コイにおける飼料蛋白質の利用。 Bull. Japan Soc. Scie. Fish. 36 (2), pp250-254.
- 15) 荻野珍吉 (1972): 飼料蛋白質の評價 水産増殖20(4/5), pp219-229.
- 16) 右田政男・花岡資 (1938): 飼料蛋白質の量と魚體蛋白の増生量との關係—I. 飼料の熱量價一定として營養比の異なる場合. 日水誌 7, pp115-118.