

豐年蝦作為海水魚 活餌之營養價

國立台灣海洋大學 水產養殖

陳順興 謹

摘要

在飼育海水魚幼生和甲殼類方面，豐年蝦的無節幼蟲已被廣泛地作為食物來源。然而，若單以豐年蝦餵飼，則常常造成幼生的死亡及各種海水魚的高死亡率。此種現象的發生依魚種及豐年蝦產地而異。

我們試圖由豐年蝦無節幼蟲的食物以及其所含 $n-3$ 高度不飽和脂肪酸 ($n-3$ HUFA) 之量間的關係來闡明此種現象造成的原因。 $n-3$ 被認為是一種海水魚的必須脂肪酸。來自不同地區豐年蝦，其脂肪酸的組成已被分析，其組成因地而異，有時甚至在同一地區，也會因年分不同而有差別。豐年蝦可依脂肪酸的組成而分為兩類：一種含有大量的 $18:3 n-3$ ，對淡水魚而言為必須脂肪酸；另外一種則含有大量的 $20:5 n-3$ ，為海水魚所必須的。淡水魚種的豐年蝦，其 $n-3$ HUFA 的含量可藉餵飼其含有大量 $n-3$ HUFA 的海水綠藻或 n -酵母而增多。

以含有大量 $n-3$ HUFA 的淡水魚種豐年蝦、海水魚種的豐年蝦及橈腳類 (*Acartia clausi*) 來餵飼紅色海水鯛類的許多實驗已經進

行，而以淡水魚種的豐年蝦餵飼實驗，則在第一天產生突然的高死亡率。在活力試驗時，這種痺症狀也一樣發生，且在實驗結束時，死亡率 75.9 %。而以海水魚種的豐年蝦、改良的淡水魚種豐年蝦以及橈腳類的餵飼，則沒有突然的死亡率或麻痺症狀發生。

以上的結果明白地指出，養殖紅色海水鯛所發生的高死亡率乃導因於以缺乏 EFA 的豐年蝦無節幼蟲為唯一食物餵飼海水鯛而造成的。

序文

自從 1939 年 Rollefson 發現豐年蝦的無節幼蟲對鰈魚、比目魚以及鱈魚的後期幼蟲是很好的食物以來，豐年蝦已廣泛地被使用於飼育幼魚。然而，單純以豐年蝦的無節幼蟲作為食物一二星期後，則常常發生幼魚嚴重的毫無生氣以及各種海水魚的高死亡率，此現象的發生取決於魚種以及豐年蝦的產地。

例如比目魚類、烏魚、鮭魚及一些鰕虎魚則不易受影響，但是，鱈魚則對此現象極易感冒。加上，很多的研究者曾發表，以猶他州產的豐年蝦之無節幼蟲餵飼蝦、蟹、海水魚之稚魚，

成了嚴重的損失。

Bookout 和 Costlow 指出四種蟹類在其生長階段，以來自猶他州及加利福尼亞州含有不等量 DDT 之豐年蝦的無節幼蟲餵飼，是造成活成率及死亡率不同的主要原因。猶他州產的豐年蝦無節幼蟲的 DDT 含量是加州產的三倍。

Wickins 指出，另加入矽藻於豐年蝦無節幼蟲和 *Palaemon serratus* 幼蟲混養池中，可使幼生得到完全的發育。以 *Isochrysis* 餵飼猶他州種的豐年蝦，然後再以此豐年蝦餵飼 *Palaemon* 幼蟲，也能產生令人滿意的結果。

同一研究者指出，分析舊金山及猶他州的豐年蝦無節幼蟲及卵中的殺蟲劑、重金屬、類胡蘿蔔素、類固醇以及脂肪酸，雖然有些組成並不相同，卻沒有任何組成被肯定的指明是造成猶他州豐年蝦無節幼蟲低營養價的因素。

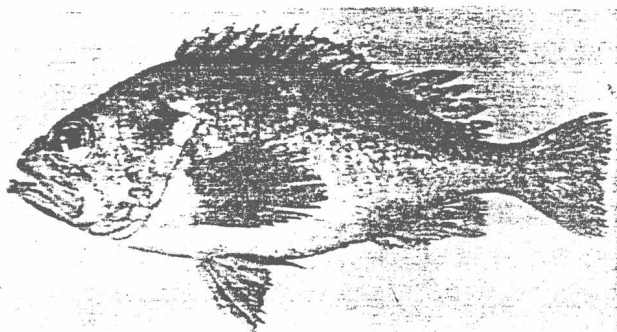
最近，在日本以海水綠藻培養的輪蟲餵飼數目龐大的紅海鯛魚苗。如果以酵母取代綠藻來培養的輪蟲餵飼魚苗，則常產生各種症狀，諸如體黑、無食慾、無力麻痺症狀及高死亡率等。

渡邊等指出，以酵母培養的輪蟲餵飼紅海鯛所造成的高死亡率的原因，是由於食物中缺乏必須脂肪酸。

由於以單純的豐年蝦或以缺乏 EFA 的輪蟲餵飼紅海鯛類所造成的各種症狀很相似，我們臆測此相似的原因，那就是牽涉到豐年蝦無節幼蟲其脂肪酸的組成因子。

此研究事項已在 1975 至 1978 進行，豐年蝦的培養及餵飼紅海水鯛幼魚實驗已由藤田及北島在長崎縣立水產機構的水族研究室完成。渡邊

也在東京大學水產部的魚類營養實驗室完成化學分析。



赤魚鯛

材料和方法

研究豐年蝦卵的生產年分 and 地點

因為豐年蝦卵是由商品中取得，所以要得知正確的產地是不太可能。下列資料指出可利用的生產時間和地點：

海洋魚類適用的豐年蝦系的營養品質			
美 國	舊金山灣	1975 '76 '77 '78	ABCD
加 拿 大	薩斯喀徹溫湖	1977 '78	
南 美		1977	
中 國	靠近天津的塩窪地	1978	

孵 化

以 30 到 500 ℓ 經過充分曝氣的海水槽孵化豐年蝦卵，在 23 至 28 °C 下經過 30 至 48 小時，無節幼蟲已可從空殼及孵化的髒物中分離，用海水洗淨。

以不同的飼料培養豐年蝦無節幼蟲

以舊金山、南美及加拿大所產之剛孵化無節幼蟲培養於 40 到 100 噸的水槽，用以下的食物餵食 24 到 72 小時：海洋綠藻（*Chlorella minutissima* at 14×10^6 cells/ml）、麴包酵母（*Saccharomyces cerevisiae*）及以 15 % 烏賊肝油添加於酵母的培養基所得之 $n-3$ 酵母（0.38 mg/ml）及螺旋藻（*Spirulina* sp.）。（表 4、5、6、9）

紅海鯛餵以豐年蝦無節幼蟲的實驗

培育紅海鯛類幼生的實驗進行兩次，比較以不同的食物餵飼豐年蝦無節幼蟲的食物效值。以海水綠藻培養的輪蟲來餵飼的幼生逢機地分為幾組，有 500 隻（實驗 1）及 400 隻（實驗 2）兩種。每個實驗組以不同的食物培養的無節幼蟲餵飼（表 4 和 9）。在實驗 I 中的幼生以水溫 19 至 21°C 培養 9 天。實驗 2 的幼生以水溫 26 至 27°C 培養 11 天。剛孵化海水魚種的豐年蝦是得自加拿大；活的橈腳類含有相當大量的 $n-3$ HUFA（表 6 和 9），且在這些實驗中被用作參考資料。

結果和討論

脂肪酸組成和來自不同地點豐年蝦的分類

為了明瞭獨特的豐年蝦無節幼蟲對海水魚的營養價，渡邊等分析來自不同地方（舊金山、加拿大、南美、中國）的豐年蝦卵之脂肪酸組成，結果簡介於表 1、2。

來自舊金山的豐年蝦卵（1975 至 1978）隨著年分及地點（尤其 1978）有顯著的不同。

除了一地點之 $18:3n-3$ 和 $20:5n-3$ 量很低外，其他可被分為兩類。舊金山 1975、'76、'78 C、'78 D 的卵含有高量的 $18:3n-3$ ，而卻有相當低的 $20:5n-3$ ；另一方面，舊金山 1977、'78 B 的卵，其 $20:5n-3$ 濃度高，而 $18:3n-3$ 濃度低。1977 南美產的卵之 $18:3n-3$ 濃度高且 $20:5n-3$ 濃度很低。1978 年中國產的卵則含有高濃度 $20:5n-3$ 和低的 $18:3n-3$ 。

由以上概述的結果，豐年蝦可依其脂肪酸的組成而分為兩種，一種含有高量的 $18:3n-3$ ，是淡水魚的必須脂肪酸（EFA），另一種則含有高量的 $20:5n-3$ ，是海水魚的一種必須脂肪酸。對幼魚的食物而言，第一種的豐年蝦非常適合於淡水魚，而另一種則非常適合於海水魚。

1975、'76、'78 C、'78 D 舊金山及 1977 南美產的豐年蝦屬於淡水魚種，而 1977、'78 D 舊金山及 1977、'78 加拿大和 1978 中國產的卵則屬海水魚種。1978 舊金山產的卵則對淡水魚和海水魚都沒有效，因為它們只有少量的 EFA。

雖然以 EFA 的需求而言，除了 1978 A 舊金山產的以外之任一種豐年蝦卵可滿足於淡水魚，認識餵食海水魚的豐年蝦之脂肪酸組成，是很重要的課題。

培養的豐年蝦無節幼蟲其脂肪酸組成使用不同的食物

以海水綠藻、麴包酵母和 $n-1$ 酵母餵飼舊金山（1976）產的豐年蝦無節幼蟲 72 小時後，其

表1 美國產的豐年蝦卵及無節幼蟲之總脂肪的脂肪酸(地區%)

脂 肪 酸	1975		1976	1977		1978			
	卵	無節幼蟲	無節幼蟲	卵	無節幼蟲	卵			
						A	B	C	D
14:0	1.1	0.9	1.0	1.4	0.9	3.8	2.7	1.1	2.2
16:0	13.2	11.4	12.3	12.0	9.5	20.4	18.9	13.3	13.3
16:1 ω 7 ²	4.5	3.2	3.7	18.4	12.0	20.3	15.3	11.7	14.2
16:2	1.4	2.0	1.5	1.0	0.9	1.3	1.4	0.8	0.8
17:0	4.0	6.0	5.1	3.6	6.8	1.7	2.2	3.0	1.7
18:1 ω 9 ²	27.8	28.7	27.4	31.5	36.1	20.1	29.2	27.7	18.0
18:2 ω 6	6.2	6.6	6.6	4.0	3.4	3.6	7.8	5.4	4.4
18:3 ω 3	27.7	27.9	27.9	29.0	10.3	7.9	3.8	21.6	23.8
18:4 ω 3	0.6	3.1	3.8	1.7	1.2	2.0	0.6	4.1	6.0
20:0	0.6	1.2	1.0	1.6	2.7	1.7	2.3	1.1	1.3
20:3 ω 3	0.3	0.3		0.9	0.4	0.8	0.2	0.7	1.3
20:4 ω 3	1.8	2.3	2.0	7.1	9.5	2.0	5.4	1.9	1.8
Lipid %			4.4	6.4	2.0		3.1		3.7

表2 加拿大(薩斯喀徹溫湖 1977-'78)、南美(1977)、中國(天津, 1978)產的豐年蝦卵及無節幼蟲之總脂肪的脂肪酸(地區%)

脂 肪 酸	加 拿 大				南 美		中 國
	1977		1978		1977		1978
	卵	無節幼蟲	卵		卵	無節幼蟲	卵
			A	B			
14:0	0.9	0.6	1.3	1.0	0.6	0.5	2.0
16:0	10.2	8.4	13.0	10.5	10.6	7.9	13.9
16:1 ω 7 ²	9.9	7.3	10.0	12.8	6.4	5.8	23.5
16:2	1.5	2.2	1.2	1.6	1.7	1.9	2.1
17:0	3.7	7.0	3.0	3.4	5.5	5.9	3.4
18:1 ω 9 ²	27.8	30.0	23.6	25.4	25.0	26.3	23.4
18:2 ω 6	7.2	6.0	6.1	6.2	5.6	5.2	3.7
18:3 ω 3	13.7	13.5	19.8	16.0	18.6	21.0	7.5
18:4 ω 3	1.4	0.6	2.1	2.6	4.2	6.5	1.5
20:0	2.4	3.2	1.9	3.5	0.3	0.6	1.1
20:3 ω 3	0.3	0.2	0.2	0.4	0.5	0.7	0.7
20:4 ω 3	10.3	12.1	7.3	6.7	0.2	0.3	7.7
Lipid %	4.8	2.1		6.1	0.5	1.6	5.3

養
蝦
全
集
出
版
歡
迎
洽
購
養
魚
世
界

脂肪酸的組成列於表3。此豐年蝦脂肪酸的組成屬淡水魚種。而以這些餌料餵飼後的無節幼蟲，其脂肪酸的組成列於表4。

沒有餵飼

豐年蝦無節幼蟲停止餵食72小時後，其總脂肪量從4.4%降至1%。18:3n-3也由27.9%降至19%。相反的，20:5n-3更明顯地由2%升高至10.9%。

餵食海洋綠藻72小時

總脂肪量及18:3n-3降至某一程度16:1n-7由3.7%升高至11.9%，20:5n-3更明顯地由2%升高至10.9%。

餵食麩包酵母72小時

16:1n-7及18:1n-9量明顯地增加，而18:3n-3則由24.1%降至9.6%。20:5n-3的量由2%升至4.3%。麩包酵母含有相當高的16:1n-7及18:1n-9，但是18:3n-3含量低，沒有20:5n-3。結果，無節幼蟲的組成，是受麩包酵母內脂肪酸量的影響。

餵食n-1酵母72小時

16:1n-7及18:1n-9增加的量少於以麩包酵母餵食的情形，然而，20:5n-3有明顯地增加，22:6n-3的量則些微增加。

表3 豐年蝦分別餵以海洋綠藻、麩包酵母及以烏賊肝油追加於酵母而成的n-1酵母之總脂肪的脂肪酸(地區%)

脂 肪 酸	剛 孵 化	餵 飼 時 段 (小時)										
		沒有餵食			綠 藻			酵 母		n-1酵母		
		24	48	72	24	48	72	24	72	24	48	72
14:0	1.0	0.8	1.2	1.5	1.0	1.2	4.0	0.8	0.9	0.9	0.8	1.0
16:0	12.3	11.4	10.4	11.6	11.5	11.6	11.1	11.5	8.9	11.4	9.0	9.4
16:1 ω 7	3.7	3.8	4.1	5.4	4.2	5.3	11.9	3.7	19.1	3.5	6.7	9.3
16:2	1.5	1.8	1.8	1.6	1.8	1.8	0.7	1.9	0.9	1.6	1.1	0.9
17:0												
18:0	5.1	6.4	6.8	5.5	6.0	6.0	1.9	6.8	5.4	5.9	5.4	4.0
18:1 ω 9	27.4	28.3	32.9	28.6	28.0	28.7	15.1	30.0	35.0	27.9	30.9	32.8
18:2 ω 6	6.6	6.0	5.1	5.1	26.0	5.0	5.0	5.8	4.9	4.9	3.3	2.4
18:3 ω 3	27.9	25.7	18.3	19.0	25.9	21.2	22.4	24.1	9.6	22.5	12.0	7.1
18:4 ω 3	3.8	3.6	3.2	.6	3.3	2.8	4.7	3.3	1.5	2.4	1.4	1.1
20:0												
20:3 ω 3	1.0	1.5	1.6	2.0	1.5	2.0	1.7	1.4	1.1	1.1	0.7	0.7
20:4 ω 6												
20:5 ω 3	2.0	3.0	5.1	7.0	3.5	7.3	0.9	3.0	4.3	4.5	7.3	8.8
22:1 6	—	—	tr	tr	—	—	0.3	—	0.5	2.0	6.2	5.9
22:6 ω 3	tr	0.1	0.4	0.7	0.2	0.1	0.3	0.1	0.4	0.4	1.1	1.5
Lipid %	4.4	2.4	1.4	1.0	2.2	1.7	1.7	2.9	3.1	3.5	4.3	3.8

表4 海洋綠藻、麩包酵母及追加烏賊肝油於酵母而得之n-
酵母和螺旋藻之總脂肪的脂肪酸(地區%)

脂 肪 酸	酵 母		绿 藻		n-酵母		螺旋藻
	Kaneka	Kyowa	Nagasaki	Kyowa		Mexico	
	1977	1977	1977	1976	1977	1978	
14:0	2.2	1.1	4.8	4.2	4.1	0.3	
16:0	16.8	11.2	26.1	16.9	13.4	32.8	
16:1 ω 7 ¹	32.8	14.2	26.3	6.6	6.6	12.1	
18:0	3.4	8.4	1.1	2.6	2.4	1.3	
18:1 ω 9 ¹	28.5	38.0	6.2	16.0	16.4	2.3	
18:2 ω 6	7.6	15.1	2.3	1.0	1.1	19.1	
18:3 ω 3	1.8	6.4	0.2	0.9	0.8	25.2	
20:1	tr	1.6	0.1	8.4	9.1	—	
20:3 ω 3		6					
20:4 ω 6			3.9	3.1	3.0	0.1	
20:4 ω 3			—	0.7	1.1		
20:5 ω 3			24.8	13.9	17.7	0.2	
22:1				5.2	2.1	0.4	
22:5 ω 3				1.0	1.1		
22:6 ω 3				15.6	12.8		

表5 豐年蝦分別以海洋綠藻、麩包酵母及追加烏賊肝油於酵母而得之n-酵母
飼飼24小時後，其總脂肪的脂肪酸

脂 肪 酸	豐 年 蝦 產 地														
	San Francisco					南 美					加 拿 大				
	最 初	沒 有 餵 食	綠 藻	酵 母	n- 酵 母	最 初	沒 有 餵 食	綠 藻	酵 母	n- 酵 母	最 初	沒 有 餵 食	綠 藻	酵 母	n- 酵 母
14:0	0.9	0.7	2.1	1.3	1.0	0.5	1.1	0.4	0.5	1.0	0.6	0.8	0.9	1.1	1.6
16:0	9.5	8.2	8.6	8.6	11.9	7.9	8.6	6.7	6.7	11.0	8.4	8.8	9.8	9.0	13.7
16:1 ω 7 ²	12.0	9.5	16.7	15.1	6.8	5.8	5.1	5.0	5.1	3.7	7.3	7.3	7.5	8.2	6.1
16:2	0.9	0.7	0.4	0.7	1.1	1.9	1.0	1.3	1.3	1.2	2.2	1.0	1.2	1.1	1.1
17:0															
18:0	6.8	8.0	2.0	3.6	6.4	5.9	3.2	7.0	6.0	6.0	7.0	6.2	5.8	5.5	5.6
18:1 ω 9 ²	36.1	37.3	19.9	28.2	33.3	26.3	22.3	28.9	28.0	30.5	30.0	30.4	27.6	27.0	28.9
18:2 ω 6	3.4	4.0	4.1	4.1	2.7	5.2	6.1	5.5	5.6	3.3	6.0	6.3	6.6	5.9	3.3
18:3 ω 3	10.3	8.8	13.5	11.6	5.6	21.0	25.8	20.6	22.0	11.7	13.5	13.3	14.3	14.1	6.6
18:4 ω 3															
20:0	1.2	1.3	2.1	1.8	0.6	6.5	9.8	7.1	8.2	2.3	0.6	0.8	0.9	0.4	0.4
20:3 ω 3															
20:4 ω 6	2.7	3.8	5.9	4.8	3.2	0.6	2.0	0.6	0.6	1.7	3.2	4.2	3.6	4.3	2.9
20:4 ω 3	0.4	0.3	0.2	0.1	0.4	0.7	0.8	0.8	0.7	0.4	0.2	tr	tr	tr	0.4
20:5 ω 3	9.5	10.7	15.0	13.0	10.8	0.3	0.8	1.7	0.9	6.6	12.1	12.8	12.0	14.3	10.5
22:5 ω 3	—	—	—	—	0.3	—	—	—	—	0.2	—	—	—	—	0.3
22:6 ω 3	—	—	0.3	0.2	2.3	—	—	—	—	1.7	—	—	—	—	1.9
$\Sigma\omega$ 3HUFA	9.9	11.0	15.5	13.3	13.8	1.0	1.6	2.5	1.6	8.9	12.3	12.8	12.0	14.3	13.1
Lipid %	2.0	1.2	1.4	1.5	2.7	1.6	1.6	1.7	1.6	2.0	2.1	1.4	1.5	1.5	2.4

結果顯示，豐年蝦無節幼蟲其脂肪酸的組成及含量受其飼食食物之脂肪酸組成影響。無節幼蟲其脂肪酸濃度的變化隨時間之變動而有著相似的趨勢。雖然總脂肪及 18:3 n-3 減少，20:5 n-3 量增加，而 18:2 n-6 的量卻沒有改變。

以海洋綠藻、麩包酵母，或者是 n-1 酵母餵食來自舊金山、南美、加拿大的豐年蝦 24 小時後，其脂肪酸的組成列於表 5。舊金山及加拿大生產的豐年蝦屬海水魚種，而南美的豐年蝦則為淡水魚種。

表 6 在實驗 1 中，豐年蝦及以海洋綠藻和 n-1 酵母餵飼 24 小時後的豐年蝦之總脂肪的脂肪酸

脂 肪 酸	海洋綠藻	n-1 酵母	豐 年 蝦 無 節 幼 蟲				
			加拿大 78	San Francisco 78 C			
			剛 孵 化	剛 孵 化	停 餵 24 小時	餵 綠 藻 24 小時	餵 n-1 酵母 24 小時
16:0	22.5	12.7	9.9	10.1	10.8	12.9	11.1
16:1 ω7 ¹	22.5	5.2	10.1	7.0	5.7	6.8	6.3
18:0	1.0	3.9	7.9	3.6	4.8	6.6	35.7
18:1 ω9 ¹	3.1	19.2	32.3	32.7	32.5	33.8	31.5
18:2 ω6	3.4	1.1	5.1	6.3	5.7	4.7	25.0
18:3 ω3	0.1	0.9	14.1	24.4	24.3	20.3	22.2
18:4 ω3	0.2	1.4	1.4	3.8	3.6	2.6	3.0
20:0							
20:1	0.1	10.9	1.0	0.4	0.6	0.5	2.0
20:3 ω3	4.7	1.2	2.1	1.1	1.7	1.3	1.3
20:4 ω6							
20:4 ω3	0.1	0.9	0.6	0.8	0.8	0.9	0.6
20:5 ω3	31.8	9.1	5.2	1.6	2.4	3.2	3.4
22:5 ω3	—	1.4	—	—	—	—	tr
22:6 ω3	—	15.8	—	—	—	—	1.1
ω3 HUFA ²	31.9	27.2	5.8	2.4	3.2	4.1	5.1
Lipid %			1.0	1.8	3.1	1.7	2.5
ω3 HUFA %			0.058	0.0432		0.0697	0.128

表 7 在實驗 I 培育紅海鯛幼魚中，以海洋綠藻和 n-1 酵母餵飼豐年蝦後之豐年蝦食物效值（加拿大產的卵孵化率約 10%，舊金山產約 50%）

	豐 年 蝦 舊 金 山 78 C			
	加拿大 剛 孵 化	剛 孵 化	餵 綠 藻 24 小時	餵 n-1 酵母 24 小時
魚編號	500	500	500	500
總長 (mm)				
開始	6.91 ± 0.63	6.91 ± 0.63	6.91 ± 0.63	6.91 ± 0.63
結束	9.57 ± 1.35	10.13 ± 1.34	11.13 ± 1.73	11.67 ± 2.03
存活率 (%)	68.4	43.4	66.8	86.4
活力試驗之存活率 (%)	37.5	24.1	46.1	50.0

南美產的豐年蝦無節幼蟲，含有很低的20:5 n-3，當餵飼n-1酵母後，20:5 n-3的量隨即由0.3增加20倍達6.6。舊金山及加拿大（1977）產的豐年蝦無節幼蟲含有相當高的20:5 n-3，而在餵食n-1酵母後，此脂肪酸並沒有顯著地增加，舊金山產的無節幼蟲，其20:5 n-3量由9.5%增至10.9%，而加拿大的無節幼蟲，則由12.1%降至10.8%。舊金山（1976）產的豐年蝦無節幼蟲，20:5 n-3的量由2%升至4.5%（表3）。由這些結果得知，豐年蝦含有低量的20:5 n-3比豐年蝦含有高量的20:5 n-3較易受其餌料中的脂肪影響。

適用於海水魚的豐年蝦之營養價

以不同種餌料培養的豐年蝦餵飼紅海鯛之飼料值。

剛孵化的豐年蝦以海洋綠藻、n-1酵母餵飼24小時後，其脂肪酸的組成列於表6。加拿大產的海水魚種之豐年蝦無節幼蟲含有5.8%的n-3 H U F A。舊金山產的淡水魚種之無節幼蟲含有大量的18:3 n-3，但n-3 H U F A含量低，只有2.4%。舊金山產的無節幼蟲當餵以海洋酵母及n-1酵母後，n-3 H U F A的量則分別提升至4.1%及5.1%。

表8 在實驗I中，紅海鯛分別餵以剛孵化的無節幼蟲、海洋綠藻及n-1酵母培養的無節幼蟲後，紅海鯛之總脂肪的脂肪酸

（地區%）

脂 肪 酸	開始之幼生	幼 魚 飼 以 無 節 幼 蟲			
		加拿大 78	舊 金 山 78 C		
		剛孵化	剛孵化	餵綠藻 24小時	餵n-1酵母 24小時
16:0	20.1	17.3	14.9	16.0	17.4
16:1 ω 7 ¹	8.1	6.6	7.8	6.5	8.8
18:0	9.2	7.4	8.0	8.4	4.3
18:1 ω 9 ¹	19.5	21.4	27.2	26.1	18.7
18:2 ω 6	3.1	4.8	5.8	5.5	4.3
18:3 ω 3	0.7	8.6	17.9	14.6	18.4
18:4 ω 3	0.2	0.4	2.3	1.4	2.5
20:0					
20:1	4.4	1.3	1.0	1.2	1.4
20:3 ω 3	2.5	6.3	2.5	3.5	2.3
20:4 ω 6					
20:4 ω 3	1.4	0.9	1.3	1.6	1.7
20:5 ω 3	8.9	14.4	3.3	6.3	8.8
22:5 ω 3	4.3	2.3	0.6	1.1	0.9
22:6 ω 3	8.6	2.1	0.7	1.3	1.4
ω 3H U F A ²	23.2	19.7	5.9	10.3	12.8
Lipid %	2.1	2.0	2.6	2.3	2.5

剛孵化的無節幼蟲以及餵食海洋酵母或 $n-1$ 酵母後之無節幼蟲，其飼料值之比較結果列於表 7。餵食海水鯛以舊金山產之剛孵化的無節幼蟲，則導至魚群在第六天快速死亡，並使累積的死亡率上升至 56.6 %。而以海洋綠藻或 $n-1$ 酵母餵飼後的無節幼蟲之飼料值可以改善，且以此餵飼後的海水鯛的高死亡率也明顯減少。幼魚餵以加拿大產的海水魚種之無節幼蟲，也呈現高存活率。由此可見，海水魚種的豐年蝦對海水鯛而言，是很適合的。

在活力試驗中，存活率的測試如下：

首先，用魚網由蓄養池取出 30 至 50 尾幼魚

，並在空氣中保持 5 秒，然後將它們移至 30 升的水槽中 24 小時；幼魚在此階段，餵以舊金山產之淡水魚種之剛孵化豐年蝦無節幼蟲，其存活率僅 10.8 %，幼魚在餵飼後，有麻痺症狀，且死亡率在此活力試驗中達 75.9 %。由一般結果，豐年蝦的飼料值將可藉提升 $n-3$ HUFA 的量，而有改善

餵以不同種的無節幼蟲，魚內總脂肪的脂肪酸組成列於表 8，魚體內的脂肪酸組成很明顯地反應出其所攝食的無節幼蟲之脂肪酸組成。當魚餵以舊金山產的剛孵化無節幼蟲 10 天後，魚兒在實驗開始時含有高量的 $n-3$ HUFA (23.3 %) 會降至 5.9 %，同時，紅海鯛內量低的 18 :

3 $n-3$ 則由 0.7 % 增至 17.9 %。

表 9 實驗 2 中，螺旋藻、橈足類、剛孵化之豐年蝦無節幼蟲及以螺旋藻和 $n-1$ 酵母餵飼後的無節幼蟲，其總脂肪的脂肪酸。(地區 %)

脂 肪 酸	螺旋藻	Acartia clausi	豐 年 蝦 無 節 幼 蟲 78 B			
			剛 孵 化	停 餵 24 小時	餵 $n-1$ 酵母 24 小時	餵螺旋藻 24 小時
16:0	32.8	20.5	14.1	12.4	13.2	12.8
16:1 ω 7 ¹	12.1	4.9	13.5	10.8	12.8	9.2
18:0	1.3	6.7	3.2	6.0	3.2	7.8
18:1 ω 9 ¹	2.3	3.2	33.3	35.7	32.4	34.1
18:2 ω 6	19.1	1.7	9.0	8.4	7.4	10.5
18:3 ω 3	0.8	2.5	3.9	4.1	5.0	3.1
18:4 ω 3	0.3	2.7	0.4	0.2	0.8	0.2
20:0	0.1	0.3	0.4	0.8	1.7	0.5
20:1	0.1	0.8	2.9	3.5	2.5	2.7
20:3 ω 3	—	0.5	0.5	0.8	0.2	tr
20:4 ω 6	0.2	18.7	7.0	7.6	7.3	5.9
20:4 ω 3	—	0.3	—	—	—	—
20:5 ω 3	—	20.7	—	—	0.9	—
22:5 ω 3	0.2	39.5	7.5	8.4	8.4	5.9
22:6 ω 3	—	1.0	2.8	1.3	2.5	1.4
ω 3HUFA ²	0.395	0.21	0.21	0.21	0.21	0.0826
Lipid %						
ω 3HUFA %						

實驗 2 中以豐年蝦餵飼紅海鯛

研究舊金山產的海水魚種之豐年蝦無節幼蟲的飼料值，並與海洋捕獲的橈腳類比較。由表 9

顯示，海水魚種的豐年蝦含有 7.0 % 的 20 : 5 n — 3，在餵飼 n — 酵母及螺旋藻 24 小時後，這個值並沒有受多大影響，所有無節幼蟲群顯示有相似的組成。

表 10 培養紅海鯛幼魚的實驗 2 中，橈腳類、剛孵化海水種豐年蝦之無節幼蟲及以螺旋藻和 n — 酵母餵飼後的無節幼蟲之食物效值

	豐年蝦無節幼蟲			
	<i>Acartia clausi</i>	剛孵化	餵螺旋藻 24 小時	餵 n — 酵母 24 小時
魚 數	500	400	400	400
總長 (mm)				
開始	8.8 ± 1.2	8.8 ± 1.2	8.8 ± 1.2	8.8 ± 1.2
結束	23.6 ± 4.0	22.1 ± 2.7	22.9 ± 3.0	23.4 ± 2.6
重量 (mg)	207.5	169.7	227.4	222.9
存活率 (%)	69.5	67.0	52.4	53.0
活力試驗存活率 (%)	100	54.1	35.4	61.0

表 11 分別以橈腳類、剛孵化無節幼蟲及以螺旋藻和 n — 酵母培養後之無節幼蟲餵飼紅海鯛幼魚後，其總脂肪之脂肪酸

脂 肪 酸	餵 紅 海 鯛 幼 魚			
	<i>Acartia clausi</i>	豐年蝦無節幼蟲		
		剛 孵 化	餵 n — 酵母 24 小時	餵螺旋藻 24 小時
16 : 0	23.8	15.0	19.1	18.7
16 : 1 ω ⁷ ¹	6.1	9.7	5.8	4.7
18 : 0	12.3	7.4	11.1	12.4
18 : 1 ω ⁹ ¹	10.4	38.9	34.3	32.3
18 : 2 ω ⁶	0.6	8.9	6.7	8.7
18 : 3 ω ³	0.1	2.4	1.4	1.1
18 : 4 ω ³	0.2	0.1	0.2	0.1
20 : 0				
20 : 1	0.6	0.8	1.3	0.7
20 : 3 ω ³	1.9	3.5	4.8	6.0
20 : 4 ω ⁶	0.7	0.4	0.3	0.2
20 : 5 ω ³	8.8	4.6	6.3	6.6
22 : 5 ω ³	2.2	0.7	1.3	1.0
22 : 6 ω ³	20.9	0.2	1.5	0.6
ω ³ HUFA ²	39.8	5.9	9.4	8.4
Lipid %	2.0	2.5	2.0	2.0

由表 9 中得知，幼魚餵以不同種的豐年蝦無節幼蟲及橈腳類 12 天後，魚體內總脂肪之某些脂肪酸將有差異，此乃導因於飲食中所含之脂肪量。當魚餵以豐年蝦無節幼蟲， $18:1n-9$ 及 $18:2n-6$ 濃度呈明顯變高，而以橈腳類餵飼魚後，其 $n-3$ HUFA 呈高濃度，且足以與自然界中的紅海鯛相比。

由實驗 1 及實驗 2 中所得到的結果指出，以含有高量 $n-3$ HUFA 的海水魚種之豐年蝦無節幼蟲及橈腳類餵飼魚後，並不會有大量死亡及

麻痺現象產生。而以淡水魚種之豐年蝦無節幼蟲進行的實驗結果，則有相當的差異。由此我們可以下一結論：紅海鯛的高死亡率乃導因於以缺乏 EFA 的淡水魚種之豐年蝦無節幼蟲為單一食物所引起的。豐年蝦的飼料值明顯地受其本身 EFA 之含量所影響。◆

(譯自 The Brine Shrimp Artemia 1980. Vol 3 Ecology, Culture.)

1989年魚、蝦苗產量月別統計表

單位:千尾

(養魚世界編輯部)

月 別	石斑魚苗	虱目魚苗	烏 魚 苗	鱸 魚 尾	鰻 魚 苗	吳郭魚苗	鱒 魚 苗	香 魚 苗	鯉 魚 苗
1 月	489	4,500	630	1,405	3,138	1,135	-	100	1,019
2 月	1,014	4,800	668	1,190	483	1,486	350	350	1,370
3 月	1,004	5,000	121	781	42	1,685	300	80	1,621
4 月	1,176	7,437	16	714	3	5,235	-	-	1,040
5 月	1,187	11,526	1	1,198	-	6,635	-	-	721
6 月	970	10,558	-	3,670	-	12,755	-	-	751
7 月	890	27,788	-	3,450	-	6,960	-	-	478
8 月	1,194	28,130	-	3,480	35	4,300	-	-	90
9 月	1,156	29,220	20	2,950	-	3,238	-	-	25
10 月	1,098	4,000	-	470	77	4,035	300	100	28
11 月	1,030	3,000	100	420	61,395	4,535	500	50	25
12 月	7,300	3,000	786	400	72,453	4,035	300	50	20
合 計	18,508	138,959	2,342	19,228	137,626	56,034	1,750	730	7,188
月 別	鯽 魚 苗	草 魚 尾	鰱 魚 苗	鰻 魚 苗	鱧 魚 苗	斑節蝦苗	草 蝦 苗	沙 蝦 苗	紅尾蝦苗
1 月	-	69	19	-	480	10,000	164,000	18,000	20,000
2 月	-	70	18	-	470	8,000	767,000	30,000	20,000
3 月	100	310	169	-	471	18,500	341,000	31,000	24,000
4 月	-	10,291	15,200	-	472	18,600	754,716	18,000	125,000
5 月	-	8,390	12,720	-	480	68,700	305,716	18,000	126,000
6 月	150	6,203	7,835	-	490	148,800	157,000	18,000	183,000
7 月	-	6,755	9,784	-	350	167,000	126,000	18,000	172,000
8 月	-	7,090	8,520	500	360	114,000	201,000	18,000	59,000
9 月	-	7,085	8,568	-	320	80,000	173,000	37,000	40,000
10 月	-	7,095	8,575	-	350	21,000	173,000	37,000	35,000
11 月	-	7,590	8,128	-	300	10,500	171,000	35,000	31,000
12 月	-	30	15	-	310	9,500	161,300	35,000	25,000
合 計	250	60,978	79,551	500	4,853	674,600	3494,732	313,000	860,000

資料來源:台灣省漁業局1989年漁業年報。