

サケ *Oncorhynchus keta* (Walbaum) の稚魚期における
代謝生理学的研究—Ⅲ

ビタミンC, ビタミンK無添加ならびに水添加の影響

橋 本 進

Studies on the Metabolic Functions of Young Chum Salmon,
Oncorhynchus keta (Walbaum) —Ⅲ.

Effect of Deletion of Vitamin C and K from and
Addition of Water to Manufactured Diet.

Susumu HASHIMOTO

- 1) The sufficient supply of water to fingerlings from the diet seems to resist and prevent physiological trouble caused by artificial diet. It is observed, therefore, that chum fingerlings seem to like essentially soft and watery diet.
- 2) However, the soft and knead diet with full of moisture like cement-mixer food will pollute the rearing environment because of its nature, encourage occurrence of diseases, and lower the survival rate when fingerlings go into the sea water.
- 3) It was not observed that the hematocrite value had been especially due to the deleting vitamin K.

ビタミンCは魚類においても生体内で生合成するもの⁴⁾のいることが知られているが、反面それが成長期に不足すると、背椎の骨折あるいは湾曲を起させ、成長も悪くなる^{5,6)}ことが知られている。同様にビタミンKの不足は、成長の悪化⁶⁾、ヘマトクリット値の減少および血液凝固機能の低下¹⁾などを起させると言う。

そこで本実験は、放流後に降海と言う特異な生活変化が行なわれるサケ稚魚の飼育において、前記の顕著な欠乏症をもたらすビタミンCが、海水移行時の^{脚註}生残率にどのように影響するか、またビタミンKは、*Koagulation Vitamin*の名から知られるように、抗貧血ビタミン、抗出血ビタミンとして、ビタミンCと類似の作用を有するため、このものの不足ないしは欠乏が、サケの飼育及び海水移行にどのように影響するかを、これらビタミンの無添加餌料による飼育によって明らかにしようとして行ったものである。

しかし本実験の結果については、給餌方法に問題があったため、検討なかばのまゝ、今日に至っていたものであるが、給餌技術開発のため結果の一部を本誌に報告する機会に再検討した。

北海道さけ・ますふ化場研究業績 第275号

脚註：飼育中の稚魚を直接海中に入れ、そのときの生残率をもって海水に対する低抗力の目安としたものである。

この実験を以後海水移行実験と呼称する。

この結果、ビタミンC無添加餌料を与えた試験区では、飼育 115日後に皮膚の異常が、同じく 125日後に湾曲症状の魚が出現したが、飼育中の餌料効率や死亡などへの影響は殆んどみられなかった。かように短期間の飼育では、ビタミンCおよびビタミンKの必要はそれほど大きくはなく、むしろ1961年の実験結果のように、投与時の餌の堅さ乃至は水分の多寡が、餌料効率や死亡率に著しく関係したので参考までに報告するものである。なお、ビタミン無添加餌料については、日本配合餌料株式会社中央研究所焼津分場にて調整されたものであり、協力いただいた焼津分場の諸氏に心から謝意を表します。

飼育実験

飼育は北海道さけ・ますふ化場千歳支場ふ化施設内の、アトキンスふ化槽・33cm(巾)×33cm(深)×160cm(長さ)を用いて行ない、注水量は各槽共23ℓ/分、実験開始時の一槽当り平均収容尾数及び平均重量は1964尾および582gであった。

供試魚は千歳市効外西越採卵場で1969年12月に採卵され、水温約8℃の湧水でふ化管理されていた千歳川産のサケ稚魚である。

1表 対照に用いた事業用餌料の主な成分

g/100g 餌						
粗蛋白質	粗脂肪	水分	粗繊維	灰分	ビタミンC	ビタミンK ₃
50.2	4.0	9.9	0.6	12.6	12.6×10 ⁻³	100×10 ⁻³

試験餌料としては、1表に示した1969年度のサケ飼育事業用餌料を対照の餌とし、このものよりビタミンCおよびビタミンKをそれぞれ除いて調整されたビタミン無添餌料、及びそれらに水を加えて練状としたもの計6種類である。

給餌は日に3回行ない、飼育開始から22日間の1日の給餌量は開始時体重の4.3%、以後の給餌量は各実験の区切り毎に、それぞれ試験期始めの体重の4.0%とした。

実験結果

餌料係数：2表は4月16日から9月11日までの飼育期間に、ほぼ10日毎に収容量を測定して得た給餌量と増重量との関係いわゆる餌料係数を、投与時における餌の堅さ乃至は水分の多寡の観点から大別して比較表示したものである。

また3表は、2表に示した結果から、餌料係数からみて固形餌と練餌との関係に、明らかな変化が起きる毎にそれぞれ纏めてt値を求め、水分の多寡及びビタミン無添加の影響を比較表示したものである。なお別報に述べたように、二人の飼育員が一定期間毎に交替して給餌を行ったため、それらの期間毎に値が変動した。しかし、いずれの試験餌料も同時期に給餌員が交替して投与されているため、それら試験餌料による飼育結果の比較に、飼育員の交替が影響することはまずないであろう。

以上の結果から餌料係数は、飼育開始後43日間は、固形餌での値が練餌に比べ高い確立で小さく、続く30日間の飼育では水分の多寡による差は消失し、飼育74日以後には練餌の値が固形餌に比べて小さくなることが知られた(2表、3表)。

ビタミンCおよびビタミンKの無添加による餌料係数の差については、飼育開始から124日の期間内で

2表 投与時に水分含量を変えた試験餌料の餌料係数

期 間 月 日	4 16	4 27	5 7	5 18	5 29	6 8	6 18	6 29	7 10	8 8	8 18	8 28	9 11
累積飼育日数	11	21	32	43	53	63	74	85	114	124	134	148	
給餌日数	11	10	10	10	8	10	11	11	27	9	10	14	
固形餌餌1註1	1.91	1.10	1.63	1.30	1.91	1.45	1.92	2.02	2.28	2.50	2.87	3.32	
〃 3	1.43	1.21	1.37		2.25	1.36	1.82	1.77	2.20	12.12	4.44	5.31	
〃 5	1.52	1.12	1.54	1.47	1.69	1.38	1.74	2.03	2.13	4.10	1.76	3.09	
平均	1.62	1.14	1.51	1.39	1.95	1.40	1.83	1.94	2.20	9.57	3.02	3.91	
練餌 餌2	2.83	2.27	3.20	1.72	2.24	1.31	1.71	1.78	1.94	1.89	2.81	2.61	
〃 4	1.96	2.92	3.33	1.81	1.85	1.87	1.51	1.56	1.87	2.81	4.96	5.48	
〃 6	2.14	2.30	3.50	1.81	1.60	1.32	1.95	1.51	1.77	2.11	2.28	2.77	
平均	2.31	2.50	3.34	1.78	1.90	1.50	1.72	1.62	1.86	2.27	3.35	3.62	
t 値註2	-3.264	-6.339	15.829	0.772	0.202	0.539	0.786	2.693	5.175	2.652	-0.292	0.248	

註1：餌1, 2は対照, 餌3, 4はビタミンC無添加, 餌5, 6はビタミンK無添加の餌をそれぞれ表わす。

註2：t値はジョージWスネデイカー1963改定版〔畑村又好・奥野忠一・津村善郎英訳〕スネデイカー統計的方法改訂版, 478 岩波書店より求めた。

3表 水分含量を変えて与えた試験餌料の餌料係数の比較

	4月16日～5月29日(0～43)					5月29日～6月29日(43～74)					6月29日～8月18日(74～124)					8月8日～9月11日(115～148)				
	n	̄x	±sd	t	t	n	̄x	±sd	t	t	n	̄x	±sd	t	t	n	̄x	±sd	t	t
固形餌 餌1	4	1.49	0.36	0.686	2.756	3	1.76	0.27	0.167	0.032	3	2.27	0.24	0.913	2.729	3	2.90	0.41	1.800	1.255
〃 3	3	1.34	0.11	0.392	2.660	〃	1.81	0.45	0.835	0.248	〃	5.36	5.86	0.698	0.964	〃	7.29	4.21	0.111	1.120
〃 5	4	1.41	0.20	0.543	2.700	〃	1.60	0.20	0.749	0.093	〃	2.75	1.17	0.757	1.365	〃	2.98	1.17	1.710	0.836
平均	11	1.42	0.24		5.153	9	1.72	0.29		0.071	9	3.46	3.32		1.383	9	4.39	3.09		2.011
練餌 餌2	4	2.51	0.65	0.00		3	1.75	0.47	0.034		3	1.87	0.08	0.546		3	2.44	0.48	2.293	
〃 4	〃	2.51	0.74	0.143		〃	1.74	0.20	0.400		〃	2.08	0.65	0.389		〃	4.42	1.42	0.146	
〃 6	〃	2.44	0.74	0.134		〃	1.62	0.32	0.554		〃	1.80	0.30	1.055		〃	2.39	0.34	2.414	
平均	12	2.48	0.64			9	1.71	0.31			9	1.92	0.38			9	3.08	1.26		

註：1段目()内の数字は飼育日数で示したものであり、2段目nは10日毎に行った測定の回数を示したものである。同じく $\bar{x} \pm sd$ は平均と標準偏差を表わす。その他の文字及び数字は2表を参照。

は全く認められなかった。しかしながら飼育114日以後に、ビタミンC無添加餌料の餌料係数が、かなりの確立で増加する傾向のあることが知られた(3表)。

死亡および疾病：4表はそれぞれ固形餌および練餌として与えた場合の10日間当り死亡率を、3表に示したと同様な期間毎に纏めて比較表示したものである。

飼育中の死亡については、飼育開始後32日間乃至43日間の飼育初期には、非常に少ない数ではあるが、かなり高い確率で固形餌での死亡率が、練餌を与えたものより高くなる傾向が認められた(4表)。しかし飼育32日以後には、全ての試験餌料において、練餌として与えたものの死亡率が、固形のみで与えたものより有意な確率で高くなり、この傾向は飼育日数114日乃至124日に至るまで続いた。しかしながら飼育114日以後には、餌の堅さ乃至は水分の多寡などによる死亡率の有意差は消失した。

ビタミン無添加との関係については、ビタミンC無添加区での死亡が、飼育開始から32日間は、数が少なく有意性も高くはないものの、固形餌として与えた場合に他の餌料のものより多くみられた。このビタミンC無添加餌料による死亡率の増加は、有意性は低いものの飼育日数32日から74日にかけてみられた。しかしながら、飼育日数74日以後の死亡率は、対照の餌を与えたものが最も高くなった。

ビタミンC無添加餌料を与えた試験区では、飼育124日目の測定時に、背部に黒斑のあるものがみられる

4表 10日当り死亡率の比較

	4月16日～5月18日(0～32)				5月18日～6月29日(32～74)				6月29日～8月8日(74～114)				8月8日～9月11日(114～148)			
	n	\bar{x}	±sd	t	n	\bar{x}	±sd	t	n	\bar{x}	±sd	t	n	\bar{x}	±sd	t
固形餌 餌1	3	0.34	±0.33	0.742	4	0.42	±0.30	0.641	4	1.47	±1.30	0.907	3	5.15	±2.01	1.945
〳 3	〳	0.76	±0.93	1.136	〳	0.59	±0.44	0.454	〳	0.80	±0.71	0.883	〳	2.85	±0.40	1.739
〳 5	〳	0.12	±0.08	1.194	〳	0.33	±0.26	1.031	〳	0.83	±0.65	0.063	〳	2.57	±1.60	0.294
平均	9	0.41	±0.57	1.728	12	0.44	±0.33	2.802	12	1.03	±0.90	3.046	9	3.52	±1.79	0.875
練餌 餌2	3	0.11	±0.11	0.00	4	1.39	±1.13	0.265	4	4.20	±2.21	1.791	3	2.56	±1.10	1.081
〳 4	〳	0.11	±0.07	1.227	〳	1.61	±1.22	0.795	〳	2.05	±0.92	1.931	〳	3.31	±0.47	0.663
〳 6	〳	0.03	±0.03	1.843	〳	0.86	±0.71	1.064	〳	1.93	±0.78	0.199	〳	3.00	±0.32	0.940
平均	9	0.08	±0.08		12	1.29	±1.00		12	2.73	±1.71		9	2.96	±0.70	

註：表中の文字は2表及び3表を参照。

ようになり、ホルマリン標本作製時に湾曲するものも現われた。またこの頃ホルマリンで固定されていた死魚の中には、湾曲状のものが多数認められた。なおこの頃より餌の利用効率が悪化したことは前述のとおりである。

上記の異常魚は、飼育134日目の測定時に著しく増加しており、殊に固形の餌として与えたものに、より多くみられた。なお、この頃の飼育魚の中には、静止時あるいは静止状態から泳ぎ出すときなど、瞬間的に体を著しく屈曲させるものが多数出現した。

そこで飼育134日目および以後に、上記の全ての異常魚を取り上げ5表に示した。この結果、固形餌として与えた場合の異常魚の出現率は、練餌として与えた場合の約2倍に達することが知られた。なお、ビタミンC無添加の影響による異常魚の発生率は、ホルマリン固定時に湾曲するものなど取上時に症状のみられなかったものを考慮すると、かなりなものになるものと思われる。

海水移行時の死亡：海水移行実験はいずれも長期の飼育後に、しかも死亡率の増加しているときに行われたものであるが、6表に示したとおり対照の餌を固形の状態で与えたときの死亡率が、3回の実験を通して高い確率で、高い値を示した。

なお、練餌としてビタミンC無添加及びビタミンK無添加の各餌料が与えられた魚は、有意性は低いものの、海水移行時の死亡率が全般的に高い値を示した。

血清蛋白量及びヘマトクリット値：7表及び8表は海水移行実験に併せて測定した実験魚の血清蛋白量と

5表 ビタミンC無添加区で飼育134日から148日の間に取上げた異常魚数

	134日の現在数	異常魚数	取上率%
固形餌	391	138	35.3
練餌	628	130	20.7

6表 海水移行時の死亡率

飼育日数	86	135	148	\bar{x}	±sd	t	t
測定時間(時)	26	29	26				
固形餌 餌1	50	60	40	50	±10	4.899	4.005
〳 3	10	0	20	10	±10	0.631	1.837
〳 5	30	30	10	23	±12	1.508	0.628
練餌 餌2	30	20	20	23	±6	1.068	
〳 4	70	20	30	40	±26	0.652	
〳 6	40	70	0	37	±35	0.130	

註：表中の文字は2表を参照。

7表 血清蛋白量 (g/dl) の比較

	1970, 7, 11 (1)				(1) (2) t	1970, 8, 29 (2)			
	n	$\bar{x} \pm sd$	t	t		n	$\bar{x} \pm sd$	t	t
固形餌 餌1	5	5.2 \pm 0.7	0.474	0.998	-3.755	6	7.0 \pm 0.8	3.039	1.638
	3	5.5 \pm 1.2	1.032	0.377		9	5.7 \pm 0.8	1.032	2.071
	5	5.7 \pm 0.8	0.308	0.890		5	6.5 \pm 0.7	1.854	2.522
	平均	16	5.5 \pm 0.9			1.039	-2.516	20	6.3 \pm 1.0
練餌 餌2	5	5.6 \pm 0.5	0.365		-0.962	6	6.1 \pm 1.0	2.220	
	4	5.7 \pm 0.4	1.187		2.018	6	4.6 \pm 1.3	1.172	
	6	6.2 \pm 1.0	1.136		1.407	5	5.5 \pm 0.5	1.472	
	平均	17	5.8 \pm 0.7		1.212	17	5.4 \pm 1.2		

8表 ヘマトクリット値(%)の比較

	1970, 7, 11 (1)				(1) (2) t	1970, 8, 29 (2)				
	n	$\bar{x} \pm sd$	t	t		n	$\bar{x} \pm sd$	t	t	
固形餌 餌1	6	49.1 \pm 4.3	0.033	2.199	-3.364	6	61.5 \pm 7.9	2.625	1.887	
	3	49.2 \pm 4.3	1.002			-0.054	9	49.5 \pm 9.1	0.337	0.897
	5	52.7 \pm 7.7	0.718			-1.987	6	60.2 \pm 5.1	2.597	2.793
	平均	15	50.6 \pm 5.8			2.019	-1.964	21	56.0 \pm 9.4	
練餌 餌2	6	43.5 \pm 4.5		3.046	-3.128	6	53.6 \pm 6.5	1.521		
	4		1.167				6	44.3 \pm 13.5	0.258	
	6	46.0 \pm 2.6				-3.496	6	52.8 \pm 4.0	1.480	
	平均	12	44.7 \pm 3.8			-1.907	18	50.2 \pm 9.5		

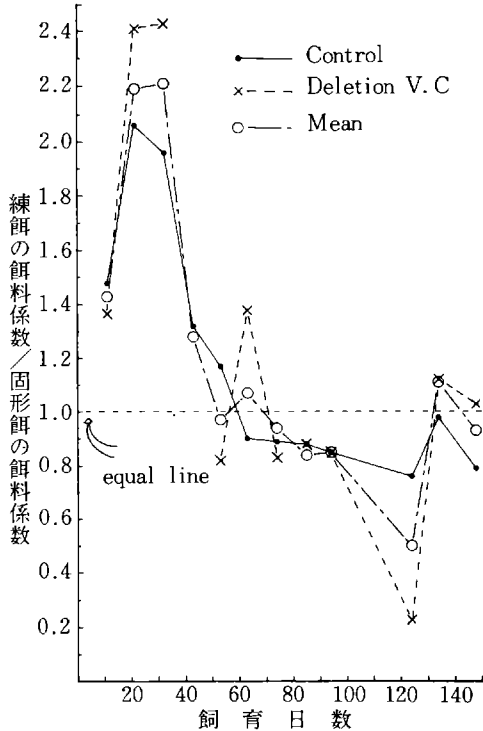
ヘマトクリット値を示したものである。

固形餌で与えられていた魚の血清蛋白量は、全ての試験餌料において、練餌で与えられていたものより、かなり高い確立で多いことが、8月29日の測定時に知られた。しかし、7月11日の測定時には上記のような傾向はみられなかった。

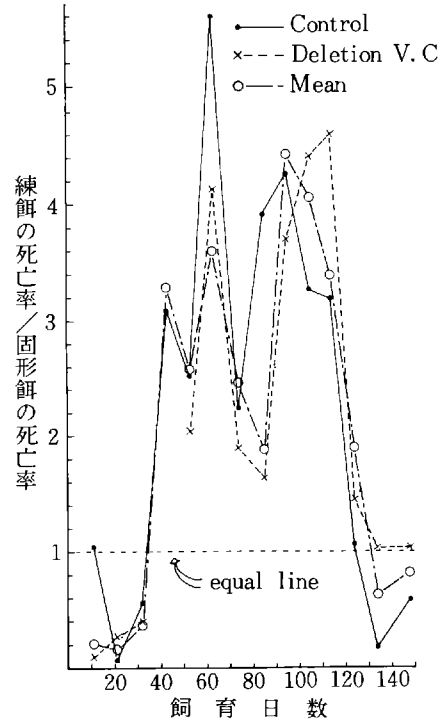
ヘマトクリット値については、対称及びビタミンK無添加の餌を固形餌として与えたものの値が、7月11日、8月29日両測定時共に、練餌で与えたものよりかなり有意な確率で多いことが知られた。また、8月29日測定したビタミンC無添加区の魚のヘマトクリット値は、固形餌と練餌とで有意差はなかったものの、対照又はビタミンK無添加餌料を与えたものと同様に、固形餌を与えたものの値が練餌を与えたものより多いものであった。

なお、血清蛋白量及びヘマトクリット値ともに、7月11日の測定時に比べ8月29日には増加する傾向がみられる中で、ビタミンC及びビタミンKの無添加餌料を練餌で与えたものの血清蛋白量のみが、明らかに減少した。また、ビタミンC無添加餌料を固形餌で与えたものの血清蛋白量とヘマトクリット値は、他の餌料を与えたもののそれらの値が、7月11日の値に比べ8月29日に明らかに増加するに反して、それらの間に全く有意差がみられなかった。なお同じ餌を練餌で与えた場合、8月29日のヘマトクリット値は、7月11日の値がないため比較は出来ないが、他の餌料を与えたものの値が全て増加する傾向の中で、極めて近い値であった。

論 議



1 図 餌料係数に及ぼす餌料への加水効果と飼育日数との関係



2 図 死亡率に及ぼす餌料への加水効果と飼育日数との関係

餌料効率及び死亡：1 図は 2 表の結果をもとに、同じ成分の餌に水を加えて練餌として与えたものと固形のまま、で与えたものとで、それらの餌料係数が飼育日数とどのような関係にあったかを、対照及びビタミン C 無添加餌料での結果と平均値を用いて例示したものである。同様に、2 図は練餌又は固形餌でそれぞれ飼育した場合の死亡率と飼育日数との関係を、対照、ビタミン C 無添加餌料および平均値について図示したものである。

即ち、1 図にみられるように飼育初期に固形餌の餌料係数が練餌より小さかったのは、練餌では死亡率は低かったものの、投与時に水中へ溶解して損失となる餌が固形餌より多く、摂餌効率を悪化させたことが 1 つの原因であろう。また、飼育 32 日から 124 日の間に固形餌での餌料係数が練餌より大きくなり、固形餌の効率が悪化した理由は、練餌にすることにより生じる水中への損失分を、上廻る生理上の障害が、固形餌を与えた魚に生じたためと考えられる。また、この期間に練餌を与えたものの死亡率が、固形餌を与えたものより著しく高くなった (2 図)。この理由については以下のことが考えられる。

即ち、人工配合餌料の主成分たる魚粉の粒子は、病原性細菌の良い培地となることも知られており⁷⁾、飼育 32 日以後の時期には魚の成長に伴う給餌量が増加し、練餌による飼育では水中へ溶入する餌による上記の水の汚染が、疾病発生上の限界を越え、疾病が発生し助長されたためであろう。

なお、飼育 124 日乃至 134 日以後に、固形餌を与えたものの死亡率が、練餌と同じかあるいは高くなるものも生じたことについては、練餌にすることにより生じた死亡率の増加を上廻るほどに、水分不足乃至は

堅さなどによる障害の影響が生じたものと考えられる。

かように考えると、サケ稚魚の飼育餌料としては、本質的に水分の多い餌を必要としているように思われる。と同時に、疾病予防のうえからも、給餌時に水中へ溶解することの少ない餌料であることが必要である。したがって、サケ飼育用の餌料としては、水分が多くて柔らかく、且つ給餌時に直ちに水中へ溶解することのないような餌の開発が望まれる。

ビタミンC及びビタミンK無添加の死亡率への直接的な影響については、4表に示した結果から、行なった試験期間の内ではまずないものと思われる。

しかし、以下に述べるような魚体の異常が認められるようになる飼育114日以後に、ビタミンC無添加区でのみ餌料係数が明らかに増加する。このことから、サケの稚魚においても、16週間以上も長期に亘って餌料中のビタミンCが不足すると、エネルギー代謝へも直接的に影響することがうかがわれる。

次に、ビタミンCの不足による影響として知られる体形及び皮膚の異常についてであるが、さけの稚魚においてもニジマス^{5,6)}と同様な異常が発生した。しかし、本実験のサケ稚魚において肉眼的に異常がみられるようになるには、北村らの実験によるニジマスでの結果の2倍以上欠乏餌料で飼育したときである。本実験で用いた試験餌料は魚粉を主体にして作られたものであり、且つビタミンCは魚粉との共存下で壊れ易い⁷⁾ことも知られ、また主要原材料中にビタミンCは殆んど含まれないため、実験の結果に天然由来のビタミンCが影響することはまずないであろう。

したがって、さけ稚魚のビタミンC不足への感受性はニジマスより劣り、サケ稚魚に対するビタミンC不足の影響はニジマスより少ないように思われる。しかし、北村によればニジマスよりサケの方がより早い時期から発生したと言われるため、給餌方法、給餌量及び飼育密度などの関係から、再度の検討が必要と思われる。

ビタミンC不足による皮膚の異常については、皮膚の黒斑部を剖検したところ、筋肉内に出血がみられたことから、脊椎損傷による神経系上の障害及び出血が原因と考えられる。いずれにしても、ビタミンCの不足した餌料によるサケの飼育が、異常発生前までであり、その後の飼育に於いてビタミンC投与による回復効果ならびに予防効果が著しいものであるにせよ、ビタミンCは毒物質の解毒作用のある⁹⁻¹⁰⁾ことも知られている昨今であるから、このものの餌料への添加は今後共必要であろう。

なお、ビタミンC不足の影響は、餌水分の多寡により異常魚の発生が著しく影響される。このことは、餌の水分乃至は餌の堅さが、ビタミン代謝にまで影響することを示唆するものであり、特記すべきことであろう。

海水移行時の死亡と疾病：海水移行実験は、飼育時の死亡が別報³⁾で述べた1978年～1980年の結果と同じか、それ以上に著しい時に行なわれたものである。したがって、本実験での海水移行時の死亡率がいずれも著しく高く、且つ固形餌と練餌でビタミン無添加の影響が異なった理由は、疾病による影響が限度を越えたためであろう。いずれにしても、概して飼育時の死亡が多いときに、海水移行時の死亡も多いため、本実験における海水移行時の生残率は、疾病に著しく影響された結果と言うことが出来よう。したがって対照の餌を与えたもののみ固形餌としたとき海水移行時の死亡が多く、ビタミンCおよびビタミンKの無添加餌料では、逆に練餌で与えたもので海水移行時の死亡が多かった理由については明らかにすることが出来なかった。

実験魚の血清蛋白量は、別報³⁾で行ったように9表に示した1975年及び1976年に行った試験の結果と比較すると、餌料中のCaとPの比が不適當と判断されたCa<Pの餌で飼育されたものより少ないものであ

った。血清蛋白量の少ない稚魚の海水に対する適応性については、別報の実験Ⅲと実験Ⅳの関係でみられたように、非常に悪いものである。殊にビタミンC無添加区の血清蛋白量が概して少ないことは、ビタミンCが抗壞血病因子として、造血機能の異常を防ぐものとして知られるところから、エラにおける血液の

9表 Ca/P比が異なるレベルでの餌で飼われていたサケ稚魚の血清蛋白量及びヘマトクリット値

	年 月 日	血清蛋白量 g/dl			ヘマトクリット値 %				
		n	\bar{x} ± sd		n	\bar{x} ± sd			
Ca>P ^{註1}	1975, 7, 8	39	7.8	〃	1.3	39	48.9	〃	8.4
	1976, 7, 27	29	8.9	〃	1.9	28	59.4	〃	6.1
	〃, 8, 2	22	7.5	〃	1.1	22	52.4	〃	6.0
Ca<P ^{註2}	1975, 7, 8	19	6.8	〃	0.9	19	46.7	〃	4.3
	1976, 7, 27	9	7.1	〃	0.8	9	51.3	〃	3.4
	〃, 8, 2	10	5.1	〃	0.9	10	42.2	〃	4.0

註1はCa/P比が3/1から1/1のものまで及び過剰なFeが加えられたもの、

註2はCa/P比が2/3及び過剰なFeが加えられたものである。

機能をも含めた、浸透圧調節機能への影響も充分考えられる。したがって、本実験で海水移行時の死亡が全般に多かったのは、血清蛋白量を低下させるような疾病に、多分に罹っていたことが原因と考えられる。

なおビタミンK無添加の影響として、Poston (1964)¹⁾はカワマスでヘマトクリット値の低下を測定しているが、しかし本実験ではビタミンC無添加区のヘマトクリット値が特異的に減少し、ビタミンK無添加の餌と対照の餌を与えたものとは全く有意差が認められない(8表)。したがって、ビタミンKに対するサケ稚魚の感受性は、ニジマスやカワマスと異なるように思われる。

いずれにしても、血清蛋白量およびヘマトクリット値の測定からも、練餌による飼育では貧血性の疾病に罹り易いことが推察される。したがって、飼育用の餌料としては、給餌により水を汚染し、疾病の発生を助長させることのないように、消化・吸収が良く、且つ投与時に飼育水への溶解が少ない餌の開発が必要となろう。

まとめ

1. 飼育初期の餌の効率は練餌に比べ固形が良かった。しかし、餌が堅いか或いは水分の少ない餌で飼育すると、飼育の初期及び長期飼育時に死亡率が増加した。
2. 水分の少ない餌又は堅い餌ではビタミンC欠乏症の魚が練餌で与えたものより多く出現し、餌の効率も悪化した。
3. 摂餌時における稚魚への餌からの十分な水の補給は、人工餌料による生理障害の発生を抑制し、予防する効果があるように思われる。又サケ稚魚は本質的に柔らかい餌を水分の豊富な餌を必要としているように思われる。
4. 半面、人工餌料では、水分を多くして柔らかい餌にすると、飼育水を汚染して疾病の発生が助長され、海水移行時の生残りを悪化させる恐れがある。
5. ビタミンK無添加によるヘマトクリット値の特別な減少はみられなかった。

文 献

1. Poston, H. A. 1964. Effect of dietary vitamin K and sulfaguanidine on coagulation time, microhematocrit, and growth of immature brook trout. *Prog. Fish-Cult.*, 26: 59-64.
2. 橋本 進 1966. サケ *Oncorhynchus keta* (Walbaum) の稚魚期における代謝生理学的研究—
I. 飼育のための人工餌料の質および形状について. 北海道さけ・ますふ化場研報, (20):27-35.
3. ——— 1982. 放流サケ稚魚の飼育に関する研究—II. 餌の堅さ, 給餌の熟練度, 回数, 時刻及び用水の不足. 北海道さけ・ますふ化場研報 (36):19-37.
4. 池田静徳・佐藤 守. 1964. 水産動物のL-アスコルビン酸に関する生化学的研究—III. コイにおけるL-アスコルビン酸の生合成. 日本水産学会誌, 30(4):365-369.
5. 北村佐三郎・大原脩平・諏訪富雄・中川憲一 1965. ニジマスのビタミン要求に関する研究—I. アスコルビン酸について. 日本水産学会誌, 31(10):818-826.
6. ———・—————・—————・————— 1967. ニジマスのビタミン要求に関する研究—II. 14種ビタミン欠乏症について. 日本水産学会誌, 33(12):1120-1125.
7. 北村佐三郎 1969. ニジマスのビタミンC欠乏症概説. 魚病研究, 3(2):73-92.
8. 杉本 昇・柏木 哲・松田敏生 1981. 養殖ウナギのカラムナリス病と配合飼料との関連性について. 日本水産学会誌, 47, 6: 719-725.
9. 山本義和・石井知幾・佐藤 守・池田静徳 1977. コイの銅蓄積に及ぼすアスコルビン酸投与の効果. 日本水産学会誌, 43(8):989-993.
10. 山本義和・早山萬彦・池田静徳 1981. ニジマスの銅中毒に及ぼすアスコルビン酸投与の効果. 日本水産学会誌, 47(8):1085-1089.