血液検査からみたクライモグラフによる養殖ブリの健康診断

舞 田 正 志・塩 満 捷 夫・池 田 弥 生

(1984 年 7 月 5 日受理)

Health Assessment by the Climogram of Hemochemical Constituents
in Cultured YellowtailMasashi MAITA,*¹ Katsuo SHIOMITSU,*² and Yayoi IKEDA*¹

The hemochemical assessment was made on cultured yellowtail *Seriola quinqueradiata*. Two year old fishes weighing about 2,800 g were fed on thawed sardine. Investigation was carried out in September, and seawater temperature was about 28°C. Methods of sampling and chemical analysis were reported previously.

Fishes assessed swam inactively with some pathological changes observed in almost all organs. Specimen numbers 1 and 5 had hepatic lesion judging from increase of aspartate aminotransferase (GOT), alanine aminotransferase (GPT) and alkaline phosphatase (Al-P) activities. No. 2 was anemic due to malnutrition. Nos. 3 and 4 were not comparatively serious in the condition of disease. No. 6 was in serious condition because of an anemia, undernutrition and hepatic malfunction. Nos. 7 and 8 were not comparatively serious in hepatic function. Nos. 5, 6, 7 and 8 had Streptococcosis. *Streptococcus* sp. infection was associated with increases in plasma glucose level and Al-P activity. All specimens had feed trouble judging from the hemochemical assessment and patho-anatomical symptoms.

Fatness, hemoglobin, hematocrit, plasma constituents (total protein, urea-N, total cholesterol, glucose, inorganic P and chloride) and plasma enzymes (GOT, GPT and Al-P) were plotted in a climogram. The graph showed a characteristic pattern for the condition of health with varied extent and irregularity on the above fish examples. This shows the high utility value of this graph for health assessment.

前報¹⁾では血液検査による養殖ブリの健康診断例を報告した。主に餌料性疾患、肝機能低下及びベネデニアやカリグス等の寄生虫症と診断された魚群について血液性状と血漿成分濃度の変動を調べた。血液性状や血漿成分は飼育管理、水温や水質等の環境をはじめ様々な要因の影響を受けて変動し、又、多くの要因が同時に作用して一見正常な値を示しているような場合もある。そのため、血液検査結果の判定が困難になることもある。

本報では前報¹⁾にひき続き、別の魚群を供試して血液検査を行い、クライモグラフによる健康状態の判定について検討した。

材料及び方法

供試魚には鹿児島県出水郡東町でマイワシ解凍餌料給餌のブリ *Seriola quinqueradiata* 2 年魚 (平均体重 2,800 g, 遊泳不活発な異常魚群で前報との比較のため魚群 IV と称する) 8 尾を用いた。採血は昭和 58 年 9 月

8 日、午前 10~11 時の間に行った。その時の水温は 28°C であった。採血法、血漿分離条件、血漿の保存方法及び分析方法等はすべて前報¹⁾に従った。血液検査はヘマトクリット (Ht) 値、ヘモグロビン (Hb) 量、血漿の総タンパク、尿素窒素、総コレステロール、ブドウ糖、無機リン及び塩化物量とアスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ (EC 2.6.1.1, 以下 GOT と略す)、アラニンアミノトランスフェラーゼ (EC 2.6.1.2, 以下 GPT と略す) 及びアルカリ性フォスファターゼ (EC 3.1.3.1, 以下 Al-P と略す) 活性の11項目を取り上げた。連鎖球菌の検出は常法によりグラム染色を施した塗抹標本の観察により行い、組織学的観察は省略した。

結果及び考察

解剖所見及び寄生虫、連鎖球菌の有無 結果を Table 1 に示した。肥満度は 11.2~14.6 (平均 12.7) と若干低い個体はあったが前報¹⁾で取り上げた魚群 I よりは高か

*¹ 東京水産大学 (Tokyo University of Fisheries, 5-7, Konan 4, Minato, Tokyo 108, Japan).

*² 鹿児島県水産試験場 (Kagoshima Pref. Fish. Exp. Sta., Kinkōchō, Kagoshima 892, Japan).

Table 1. Patho-anatomical symptoms and infection of *Benedenia seriola*, *Caligus spinosus* and *Streptococcus* sp. in yellowtail fed on thawed sardine (group IV)

Specimen No.	Fatness	Patho-anatomical symptoms									Infection		
		Heart	Hepato-pancreas	Spleen	Kidney	Intestine	Peritoneum	Skin	Caudal fin	Opercle	<i>Benedenia seriola</i>	<i>Caligus spinosus</i>	<i>Streptococcus</i> sp.
1	14.6	—	+	—	—	+	+	+	—	—	—	—	—
2	13.2	—	++	+	+	+	+	+	—	+	—	—	—
3	13.5	—	±	±	—	+	++	+	—	+	—	—	—
4	12.2	—	+	±	—	+	+	—	—	+	—	—	—
5	12.8	—	++	+	+	+	+	+	—	+	—	+	+
6	11.6	+	+	+	+	+	+	—	++	++	+	++	+++
7	11.2	—	±	+	+	+	++	+	+	+	+	—	+
8	12.5	—	+	—	—	+	+	+	+	+	—	—	+

Symptoms were as follows, heart: pericarditis, hepatopancreas: hemorrhage, reddening, adhesion, spleen: decrease or increase of relative weight, kidney: decrease or increase of relative weight, intestine: reddening, peritoneum: adhesion, skin: darkened body color, caudal fin (at the base): hemorrhage or abscess, opercle (inside): reddening, ++~++: heavily signed, +: signed, ±: weakly signed, —: no signed.

Table 2. Levels or counts of hematocrit, hemoglobin, MCHC, reticulocyte and leucocyte in yellowtail

Group	Specimen No.	Hematocrit (%)	Hemoglobin (g/100 ml)	MCHC (%)	Reticulocyte* ¹	Lymphocyte* ¹	Neutrocyte* ¹
IV	1	25.5	6.6	25.9	7	28	16
	2	22.0	4.4	20.0	4	25	14
	3	42.0	11.7	27.9	25	10	27
	4	45.0	11.3	25.1	—* ²	—	—
	5	23.0	4.9	21.3	6	31	11
	6	14.0	3.2	22.9	41	69	22
	7	44.0	8.5	19.3	27	17	11
	8	47.0	9.5	20.6	7	28	9
	(Mean)	32.8	7.5	22.9	17	30	16
I* ³	Min	42.2	7.7	17.0	10	18	3
	Max	54.7	12.9	29.1	37	36	22
	Mean	47.0	11.1	23.3	23	29	13

*¹: Reticulocyte and leucocyte counts per 1,000 erythrocytes.*²: Not determined because of clotting.*³: Healthy group in previous paper.¹⁾

った。解剖所見をみると、心臓には No. 6 で心膜炎が認められた他は異常がなかった。肝脾臓には No. 2 で肥大、うっ血及び出血がみられ、他の 7 個体にはうっ血や癒着がみられた。特に No. 2 と No. 5 の肉眼的症状は重かった。脾臓には No. 2 と No. 5 で肥大が、又、Nos. 3, 4, 6 及び 7 で比重量の減少が認められた。腎臓は No. 5 に腫脹と出血、Nos. 2, 6, 7 の 3 個体に萎縮が認められた。腸の発赤及び腹膜癒着は全個体でみられ、特に Nos. 3, 5, 7 は症状が重かった。体色は No. 4 と No. 6 を除き黒化していた。No. 6 は尾鰭基部に潰瘍がみられ、又、No. 7 と No. 8 は出血が認められた。鰓蓋内側には No. 1 を除く全個体に発赤がみられ、特に No. 6 は強度であった。ペネデニアは No. 6 と No. 7 に、又、カリグスは No. 5 と No. 6 に寄生していた。連鎖球菌は Nos. 5, 6, 7 及び 8 の 4 個体から検出された。

血液性状 結果は Table 2 に示した。参考の為に前報¹⁾で取り上げた I 群の値も併記した。Ht 値は 14.0～47.0% の範囲にあり平均 32.8% と I 群の平均 47.0% に比して著しく低かった。Hb 量も 3.2～11.7 (平均 7.5) g/100 ml と明らかに低かった。8 個体のうち 4 個体 (Nos. 1, 2, 5, 6) に貧血がみられた。一方、MCHC は 19.3～27.9 (平均 22.9)% とほぼ I 群に近い値を示した。幼若赤血球は 4～41 個の範囲内にあり、平均すると 17 個と I 群の平均 23 個と比べて少なかった。白血球組成をみると、リンパ球は 10～69 個の範囲で平均 30 個と I 群に比べて殆んど差はなかったが、No. 6 は 69 個と明らかに多かった。一方、好中球は 9～27 個、平均 16 個と I 群より若干多かったが明らかな差は認められなかった。Ht 値と Hb 量の低かった 4 個体 (Nos. 1,

Fig. 1. The Price-Jones curve in group IV (specimen numbers 1, 2, 5 and 6) of yellowtail. The value of "group I" is indicated as the mean of healthy group (group I) in previous paper.¹⁾

2, 5, 6) のプライスジョンス曲線を Fig. 1 に示した。尚、対照として I 群の結果を併記した。No. 1 は基底幅 7～10 μm でピークが 9 μm にあり左脚のゆるやかな曲線となった。No. 2 と 5 はピークが 8 μm で、それぞれ 50%、51% と高く、次いで 9 μm のものが 40%、39% あり、径は小さかったがよく揃っていた。一方、

Table 3. Plasma constituent levels or enzyme activities in yellowtail (group IV)

Specimen No.	Total protein (g/100 ml)	Urea-N (mg/100 ml)	Total cholesterol (mg/100 ml)	Glucose (mg/100 ml)	GOT (Karmen unit)	GPT (Karmen unit)	Al-P (K-A unit)	Inorganic-P (mg/100 ml)	Chloride (mEq/l)
1	3.3	0.5	132	107	128.5	58.0	16.6	6.7	145.2
2	2.2	7.6	211	7	380.0	158.0	11.9	16.6	129.2
3	3.3	2.1	257	138	32.0	ND**	1.7	5.7	164.4
group IV 4	4.0	5.2	286	120	79.0	ND	2.1	6.2	149.0
5	4.4	3.4	255	214	285.0	41.0	9.0	10.0	146.0
6	2.2	1.3	87	285	30.0	14.0	6.3	8.1	140.0
7	4.3	4.4	209	214	64.5	27.0	6.7	8.5	140.0
8	4.4	1.9	212	195	107.5	21.0	10.6	10.6	120.0
(Mean)	3.6	3.3	206	160	138.3	39.9	8.0	9.0	141.8
Min	3.4	11.3	259	105	10.5	8.0	1.8	6.8	140.0
group I*1 Max	4.0	24.6	347	143	264.0	20.5	3.3	8.7	142.0
Mean	3.7	17.9	301	123	65.1	12.9	2.3	8.1	140.9

* Healthy group in previous paper¹⁾.

** Not determined because of low activity.

No. 6 はピークがはっきりせず、なだらかな山状を呈し、基底幅も 7~12 μm と広く、大小不同症であった。

血漿化学成分 結果は Table 3 に示した。総タンパク量は 2.2~4.4 g/100 ml の範囲内にあり、平均値でみると 3.6 g/100 ml と I 群の 3.7 g/100 ml と大差はなかったが、2 個体 (No. 2 と No. 6) が低値を示した。尿素窒素量は 0.5~7.6, 平均 3.3 mg/100 ml と I 群に比べて著しく少なく、総コレステロール量も 87~286, 平均 206 mg/100 ml であった。ブドウ糖量は 7~285, 平均 160 mg/100 ml で、No. 2 は 7 mg/100 ml と極端な低値で、この個体を除くと平均 182 mg/100 ml となり I 群より明らかに高かった。GOT 及び GPT 活性はそれぞれ 30.0~380.0 (平均 138.3) 単位及び ND (活性が測定限界以下) ~158.0 (平均 39.9) 単位と I 群より高値を示した。Al-P 活性は 1.7~16.6, 平均 8.0 単位であった。No. 3 と No. 4 を除く全個体で著しく上昇した。無機リン量は 5.7~16.6 (平均 9.0) mg/100 ml, 塩化物量は 120.0~164.4 mEq/l といずれも個体差が大きかった。

以上の結果から個体毎に健康度を検討してみると No. 1 は肝臓にうっ血と出血がみられ、血漿中の GOT, GPT 及び Al-P 活性の上昇、尿素窒素及び総コレステロール量の減少から肝機能障害が考えられるが、肥満度と総タンパク量からみて栄養状態は特に悪くはない。腸の発赤及び腹膜癒着から飼料性疾患²⁾が考えられる。NAKAGAWA ら⁸⁾はマイワシの連続給与による栄養性疾患で Ht 値、尿素窒素量の減少、GPT 活性の低下、Al-P 活性の上昇をみている。阿井ら⁹⁾はカタクチイワシ給与により赤血球数、Ht 値、Hb 量が急激に減少することを、又、石原ら⁵⁾は貧血症と血漿コレステロールの低下を報告しており、カタクチイワシによるハマチの栄養性疾患はチアミナーゼ I によりビタミン B₁ 欠乏がおこったためであるとしている。マイワシにもチアミナーゼは含まれており、⁶⁾特に単用であるため、本報でとり上げた供試魚にもビタミン B₁ 欠乏がおこっている可能性がある。本個体の貧血は MCHC と、ブライズジョンズ曲線の結果から正色素性正球性貧血に分類できる。KAWATSU⁷⁾はニジマスの飢餓性貧血の場合正色素性正球性貧血と幼若赤血球の急速な減少をみている。一方、坂口⁸⁾はハマチを絶食させた時、血漿総タンパクと総コレステロール量の減少及び GPT 活性の上昇を報告している。本個体にも総コレステロール量の減少と GPT 活性の上昇はみられたが、総タンパク量と肥満度には低下がみられなかったことから飢餓の影響とは考えにくい。従って、GOT, GPT 及び Al-P 活性の上昇から肝障害がおこっていること、総コレステロール、尿素窒素量の減少と貧血症から長期に亘るマイワシの単用に起因し

た栄養性疾患であると考えられる。

No. 2 は肝臓の肉眼的異常が顕著であり、GOT, GPT 及び Al-P 活性の著しい上昇から重篤な肝障害に陥っているものと考えられる。北島ら⁹⁾はカタクチイワシ給与によって血糖の低下をみている。本個体の著しい低血糖もビタミン B₁ 欠乏の症状と看做せるのかもしれない。腎臓には萎縮がみられたが無機リン量の明らかな増加からみて腎臓の排泄機能が低下していると推測される。又、塩化物量の著しい減少がみられたが、その理由は明らかではない。本個体にみられた貧血は正色素性小球性貧血と看做せる。WHITMORE¹⁰⁾はマスノスケのビタミン E 欠乏性貧血が正色素性小球性貧血であり、幼若赤血球出現率が上昇することを報告している。ここでは幼若赤血球の出現数は多くなく、又、ビタミン E 欠乏とは直接結びつけられないが、飼料性疾患とみられる症状(腸の発赤、腹膜癒着など)及び低タンパク症から栄養性の貧血と考えられる。

No. 3 と No. 4 は肝臓に肉眼的異常がみられたが、GOT, GPT 及び Al-P 活性は上昇しておらず、尿素窒素量は低下しているものの、総タンパク、総コレステロール量には異常はみられなかったので機能障害の程度は比較的軽いと推測される。塩化物の上昇はストレスに反応する¹¹⁾だけの活力が未だ残されていることの現われと考えられる。全体的にみて病状はそれほど進んでいない(前報¹⁾ III 群と同程度の病態)と推測される。

No. 5 は肝臓の病変が顕著であり、GOT, GPT, Al-P 活性の上昇は肝障害の反映と考えられる。腎臓は腫脹及び出血がみられ障害は No. 2 と同様無機リン量の増加に現われていると考えてよいだろう。池田ら¹²⁾は連鎖球菌感染症では早期にブドウ糖量と Al-P 活性が上昇することを報告しており、本個体にみられたブドウ糖量と Al-P 活性の上昇は連鎖球菌が検出されたことより同菌の感染による変動と看做せよう。又、本個体の貧血は No. 2 と同様に栄養性の正色素性小球性貧血であろう。

No. 6 は心臓に心膜炎がみられた。この病変は尾鰭の出血及び基部の潰瘍、鰓蓋内側の出血、膿瘍と共に連鎖球菌症の典型的な症状¹³⁾であり、連鎖球菌の検出量も多かった。ブドウ糖量は 8 個体中で最も高く、Al-P 活性の上昇もみられたことは連鎖球菌症による変動といえるだろう。又、白血球のうちリンパ球の著しい増加がみられた。池田ら¹²⁾は病徴の軽い個体で好中球の増加を、病状の進んだ個体でリンパ球の増加をみており、リンパ球の増加は膿瘍の形成と関連があるものと思われる。肝臓のうっ血や癒着も認められたが、GOT, GPT 活性の上昇はみられず壊死等の障害はないものと考えられる。しかし、総タンパク、尿素窒素、総コレステロール量が

低値を示したことから肝機能の低下がうかがわれ、又、ベネデニアやカリグスの寄生も関与して低栄養状態にあると推測される。塩化物量は一見正常値に近いが、他の個体の状況からみて、病状の進行につれて一旦上昇した後、低下するものと考えられ本個体は低下途上にあるのかもしれない。腎臓には萎縮がみられたが無機リン量には異常はみられなかった。しかし、腸の障害による吸収量の減少と、腎機能低下による増加とが相殺された結果ということも考えられる。本個体の貧血は MCHC や プライズジョンス曲線から正色索性大球性貧血に分類される。SMITH¹⁴⁾ はギンザケの葉酸欠乏性貧血で正色索性大球性貧血を明らかにしているが、KAWATSU¹⁵⁾ はカワマスで正色索性正球性と報告している。貧血の原因は明らかでないが、ブリの栄養性貧血の分類が必要であろう。

No. 7 は連鎖球菌感染によるとみられるブドウ糖量と Al-P 活性の上昇がみられた。貧血はみられず、血液検査結果からみて肝障害、餌料性疾患の重篤度は No. 3 や No. 4 と同じく軽度であると考えられる。

No. 8 は肝脾臓にうっ血と癒着がみられた。GOT 活性は上昇したが GPT 活性に上昇はみられなかった。著者らはブリの GOT 活性の体内分布を調べた結果、肝脾臓だけでなく、脳、心臓、腎臓、胃、筋肉等多くの器官に高い活性があり、また、GPT 活性は肝脾臓に特異的に高いことをみている。本個体では GPT 活性は特になく高なかったことから肝脾臓からの流出は考えられない。無機リンの増加と考え併せて腎臓からの流出が考えられる。ブドウ糖量と Al-P 活性の上昇は連鎖球菌症に伴うものと思われるが、塩化物量の著明な減少の理由は明らかでない。

総括すると、本魚群には肝障害 (Nos. 1, 2, 5), 連鎖球菌症 (Nos. 5, 6, 7, 8), 餌料性疾患 (全個体), 腎機能低下 (Nos. 2, 4, 8) 等の病態がみられ、又、全体的に尿素窒素量の顕著な低下があった。池田ら¹²⁾ は連鎖球菌自然感染魚で著しい尿素窒素量の低下をみている。尿素窒素量の低下は連鎖球菌感染による二次的な変動というよりも連鎖球菌症の発病素地となり得る状態を反映したものと考えられる。従って、Nos. 1, 2, 3, 4 など放置すれば発病する恐れがあると推測される。

健康度判定を容易にするためにクライモグラフの利用が有効かどうか検討した。グラフは Ht 値、Hb 量、血漿 9 成分、肥満度を項目として取り上げた。前報¹⁾ の I 群が比較的健康とみられたので、その各項目の平均値を 100 として各個体毎に相対値で表わした。内側の点線部分が 100、外側の実線部分が 200 である。Fig. 2 は前報¹⁾ で取り上げた魚群のうち全項目を測定した Nos. 1,

Fig. 2. The climogram plotting at scale of the relative values: fatness, hematocrit (Ht), hemoglobin (Hb), total protein (TP), urea-N, total cholesterol (TC), GOT, GPT, Al-P, glucose (Glu), inorganic P (IP) and chloride (Cl) in group II (Nos. 1, 2, 3 and 4) of the mean value (100) in group I.¹⁾

Fig. 3. The climogram in group III (Nos. 2, 3, 4, 5, 6 and 8). The indications in graph are the same as in Fig. 2.

Fig. 4. The climogram in group IV (Nos. 1, 5, 6, 7 and 8). The indications in graph are the same as in Fig. 2.

2, 3, 4 の 4 個体をプロットしたものである。No. 1 と No. 2 は多少の違いはあるがグラフの形や広がり度はよく似ており、比較的形が整っている。No. 3 は GOT のみ突出し、No. 4 は逆に陥没している。全体的にみると形は整っているが広がり度がやや縮小している。従って、この魚群は餌料性疾患がやや進んだ状態にあると考えられる。グラフの縮小から代謝機能の低下と看做せられる。又、グラフの形からみると No. 3 と No. 4 の GOT 活性の変動は餌料性疾患に因るものでないことが推測される。Fig. 3 は前報¹⁾の魚群 III のうち、ベネデニアとカリグスの寄生がみられた No. 2、多数のベネデニアとカリグスの寄生及び連鎖球菌が極く少量検出された No. 3、ベネデニアだけ寄生した Nos. 4, 5, 8、ベネデニア寄生と連鎖球菌が極く少量検出された No. 6 をそれぞれプロットしたものである。グラフの全体的な傾向を Fig. 2 と比べると肥満度、Ht、Hb、総タンパク、尿素窒素、総コレステロール、GOT、GPT 部分の縮小がみられる。これは魚群 III が魚 II 群よりも栄養状態が悪く、且肝機能低下が著しいことを示していると考えられる。その原因は主に寄生虫によるものといえるだろう。一方、個体別にみると、変動度の大小により、No. 3 > No. 2 > No. 8 > No. 4 > No. 5 ≈ No. 6 の順に病状が重いといえるだろう。Fig. 4 は本報で取り上げた IV 群の No. 1 (肝障害)、No. 5 (カリグス寄生と連鎖球菌症)、No. 6 (寄生虫、連鎖球菌症)、No. 7 (ベネデニア寄生と連鎖球菌症)、No. 8 (連鎖球菌症) をプロットし

たものである。全体的にみると Fig. 3 と比較して下方への突出が著しい。ブドウ糖と AI-P の上昇は連鎖球菌症の特徴でありグラフ上にもそれが現われているといえるだろう。No. 1 にみられた AI-P の突出は肝障害によるものと考えられ連鎖球菌症との区別はブドウ糖の項でつけられる (No. 1 と Nos. 5, 6, 7, 8 との比較)。Fig. 3 と照らし合せて寄生虫の影響が考えられるのは No. 6 だけで、ベネデニアのみか、あるいはカリグスのみの寄生は両者が混合した場合よりも受ける影響は少ないようである。

このようにクライモグラフの形に健康度の良否、その重症度及び混合感染の影響が反映された。今回はグラフを変動度で表わしたが、目盛の取り方を工夫して測定値をそのままプロットすれば、一般の養殖業者が養殖魚の健康状態を容易に判定する為の「簡易健康診断表」として利用することも可能である。そのためにも、更にデータを集積して血液検査のルーチン化を図る必要がある。

文 献

- 1) 舞田正志・塩満捷夫・池田弥生：日水誌，**50**，1991-1998 (1984)。
- 2) 岩田一夫：魚病の本（魚病の本編集委員会編），地球社，東京，1983，pp. 193-195。
- 3) H. NAKAGAWA, H. KUMAI, M. NAKAMURA, K. NANBA, and S. KASAHARA: *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **50**, 775-782 (1984)。
- 4) 阿井敬雄・松原庄六郎・阿部勲雄：静岡水試研報，No. 4, 67-87 (1971)。
- 5) 石原 忠・保田正人・柏木 哲・秋山むつ子・八木基明：日水誌，**48**，775-781 (1974)。
- 6) 石原 忠・紀成尚志・保田正人：日水誌，**39**，55-59 (1973)。
- 7) H. KAWATSU: *Bull. Freshwater Fish. Res. Lab.*, **24**, 89-94 (1974)。
- 8) 坂口宏海：日水誌，**42**，1267-1272 (1976)。
- 9) 北島 力・橋本俊将・松里寿彦・佐藤正明：広島水試昭和 44 年度指定調査研究，魚病研究報告，1-26 (1974)。
- 10) C. E. WHITMORE: *Fish commission of Oregon, Contribution*, No. 29, 26 (1965)。
- 11) 池田弥生・尾崎久雄・上松和夫・原田賢之：日水誌，**41**，725-732 (1975)。
- 12) 池田弥生・見奈美輝彦：日水誌，**48**，1383-1388 (1982)。
- 13) 岩田一夫：魚病の本（魚病の本編集委員会編），地球社，東京，1983，179-186。
- 14) C. E. SMITH: *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **25**，151-156 (1968)。
- 15) H. KAWATSU: *Bull. Freshwater Fish. Res. Lab.*, **25**，21-30 (1975)。