

アユ体形異常魚の出現事例とその原因に関する考察

立川 亘・臼田 博

Occurrences and Symptoms of Deformed Ayu Fish,
Plecoglossus altivelis, and Discussion on Those Causes.

WATARU TACHIKAWA・HIROSHI USUDA

本年（1980年）岐阜県下の河川および養魚池のアユに体形異常魚が大量に出現する事例がいくつかあった。著者らは、岐阜県内の板取川、益田川、馬瀬川の3河川、ならびに愛知県木曽川漁業協同組合の養魚池における体形異常魚の出現事例について、症状を観察しその原因に関する考察を行った。

材料および方法

入手した標本は第1表に示すとおり、板取川産21尾、益田川産7尾、および木曽川漁協組養成魚37尾の合計65尾で、そのすべてについて、軟X線像により骨格の状態を観察した。聞きとりによる体形異常魚の出現率は第2表に示したとおりで、河川によっても異り、また、友釣り

第1表 調査標本

河川名	地 区	採捕月日	標 本 数
板取川	板取村	9月2日	体形異常魚11尾
"	洞戸村	9.3	" 10
益田川	萩原町	8.20	" 7
木曽川漁協養成漁		9.11	" 13
"		"	正 常 魚 24

よりも網漁の方に高い傾向がみられた。ただし、いずれも精査したものではなく、調査数も十分ではないので、真の出現率を代表しているとは限らない。

結 果

前記の3河川ならびに養魚池に出現した体形異常魚は共通して短軸症を示しており、軟X線

第2表 アユ体形異常魚の出現率

河川名	地 区	採捕時期	漁法	体形異常魚の出現率			種 苗 の 種 類 内 訳			
板取川	板取村	9月2日	網	13尾	/	40尾	32.5%	湖産養成 人工採苗	1,250kg 260kg	
	洞戸村	9.3	"	10尾	/	30尾	33.3%		(79%) 湖産天然 400kg	
益田川	萩原町	8.20-9.5	網	86尾	/	1,410尾	6.1%	湖産養成 湖産天然	3,360kg (56%) 2,033kg	
	"	6.30-8.21	友釣	8尾	/	416尾	1.9%		海産天然 590kg	
馬瀬川	馬瀬村	8.15	網	31尾	/	321尾	9.7%	湖産養成 人工採苗	860kg (51%) 220kg	
	"		友釣	3尾	/	569尾	0.5%		湖産天然 852kg 海産天然 170kg	
木曾川漁協養成魚				およそ20%			湖産天然 618kg			
				およそ10%			人工採苗			

像による観察では、いずれも椎骨の短縮・癒合を伴う著しい脊柱の発育不全が認められ、脊柱の湾曲を伴うものもあった(第1図)。椎骨の異常個所は、第2図に示すとおり、ほゞ脊柱の全体におよび、なかには、椎骨60個中55個に短縮・癒合の認められるものもあった。なお、同じ木曾川漁協養成魚の中で、椎骨に異常を認めなかった魚(13尾)の椎骨の数(尾部棒状骨を含まない)は59~61、平均60.23個に対して、異常を認めた魚(24尾)のそれは59~62、平均60.21個であり、両者の間に殆んど差異がなかった。よって、短軸症は、椎骨の発育不全により、体軸方向の生長が著しく阻害された結果であると考えられた。ただ、木曾川漁協の養成魚では、外観的に正常と見做された個体の中にも、X線像で精査すると、24尾中11尾に体形異常魚と共通する椎骨の発育不全個所が認められた。すなわち、椎骨の発育不全は、軽微なものから重症

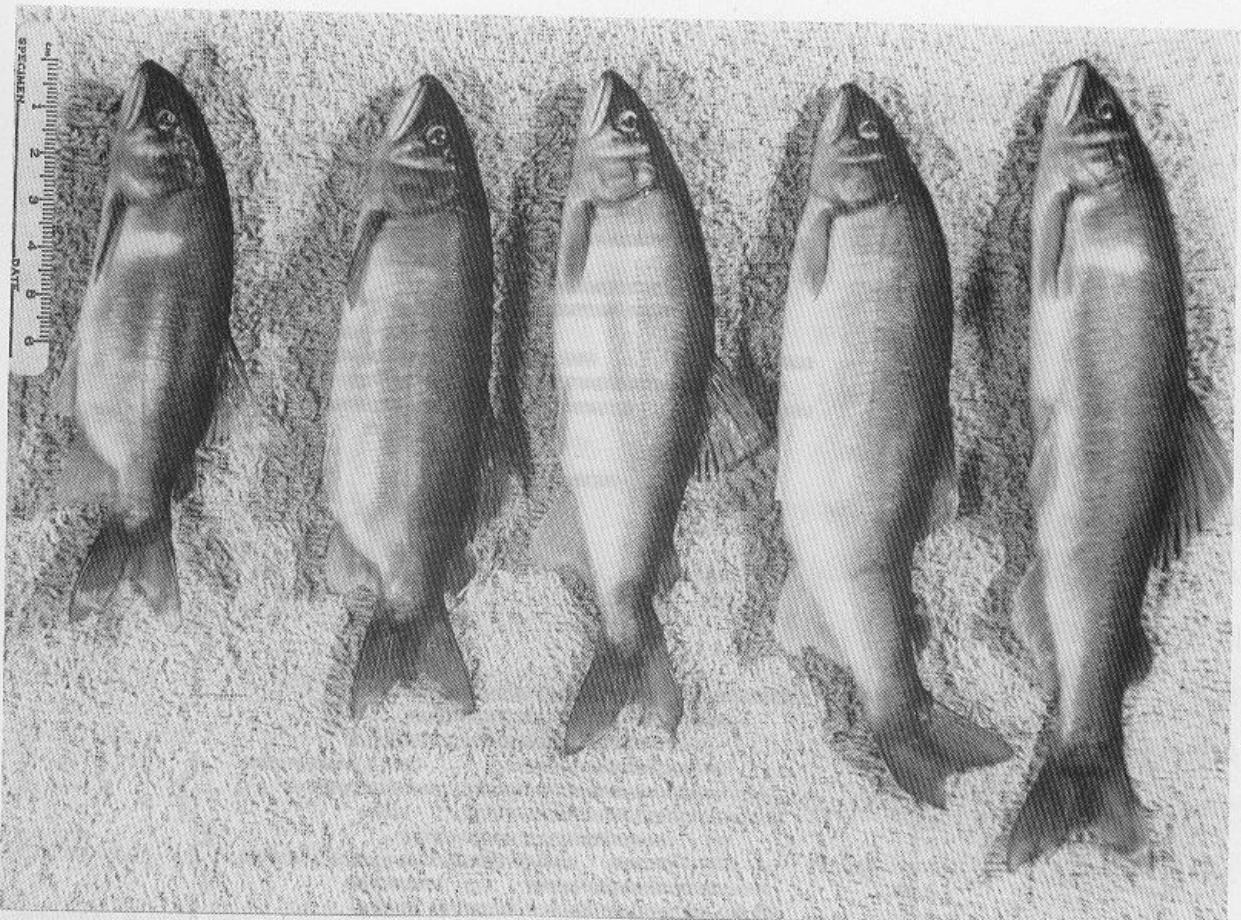
まで連続的に出現しており、異常か正常かの外観による区別は、正確でない。

考 察

魚類の骨格形成異常をもたらす要因としては、遺伝的素質、ふ化過程における不適当な環境条件、栄養欠陥、餌料や用水中に混入している農薬などの有害物質、寄生生物、不適当な環境の物理・化学的条件、内分泌失調など数多く知られているが¹⁾、既述の文献の中から、今回のアユの体形異常の所見と類似性のみられる記載をあげると次のとおりである。

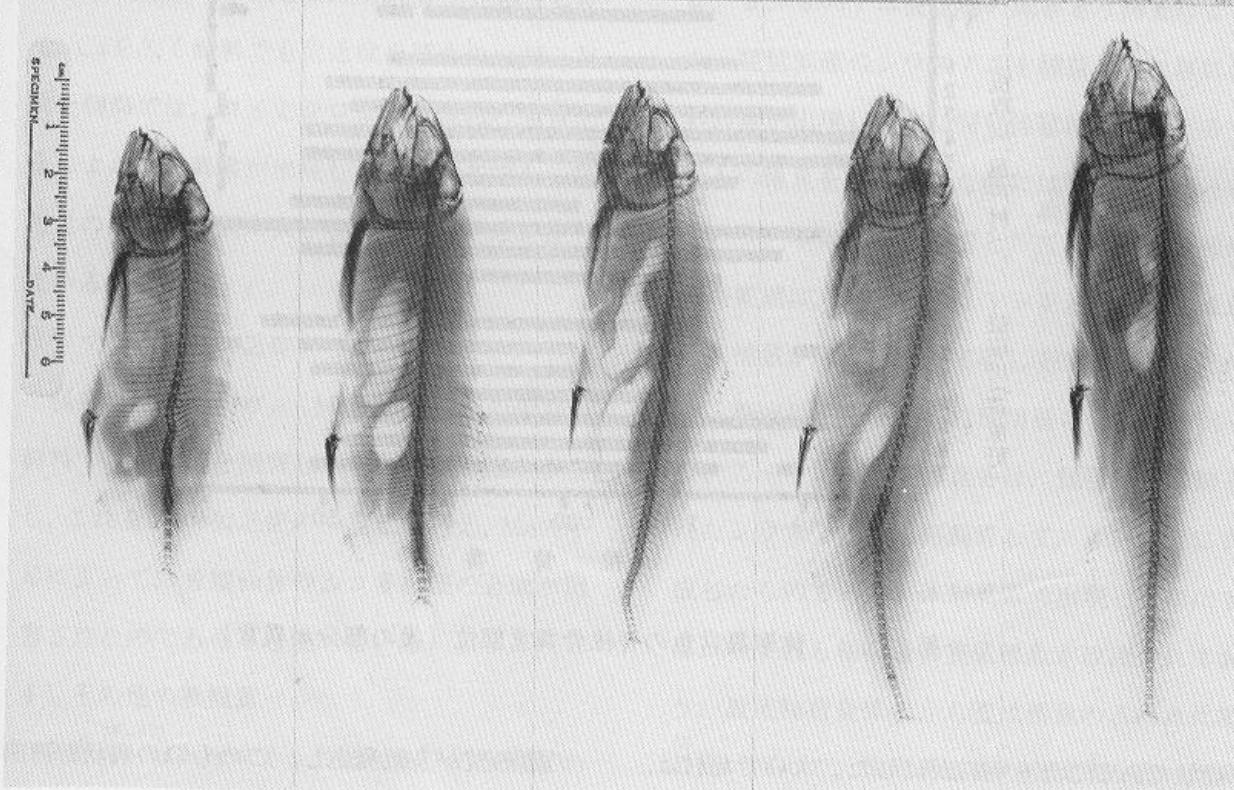
1) ビタミンC欠乏症

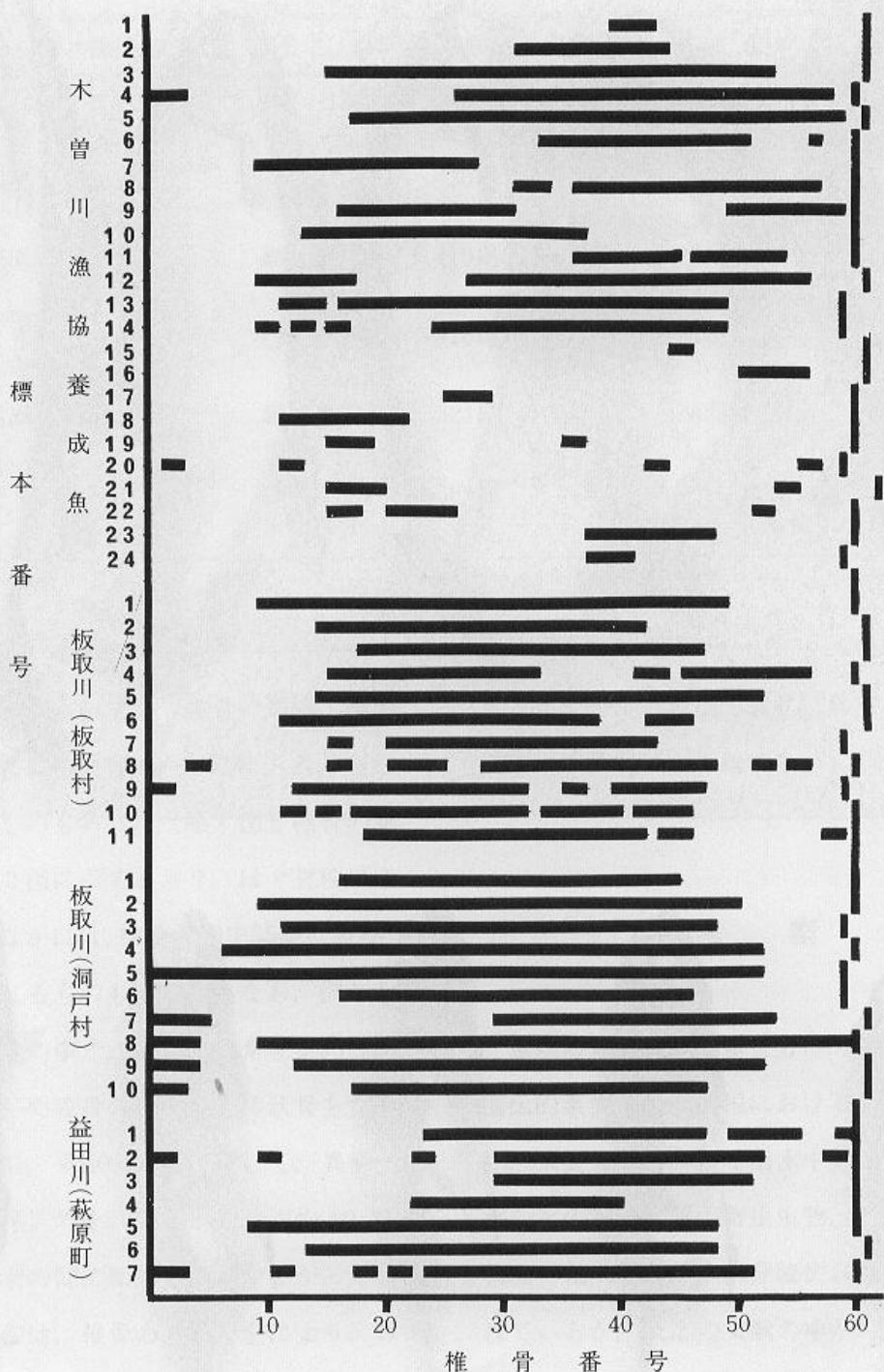
北村らは、1962年に各地の養鱒場で多発したニジマスの骨曲り症の原因を追求し、それがビタミンC(以下VCと略称する)の欠乏症の一



第1図 体形異常魚の外観とそのX線像（木曽川漁協養成魚）

最上段は正常魚





第2図 体形異常魚の脊椎骨異常部位（黒の部分が異常）

症状であることを明らかにした。次いで北村は、³⁾ V C欠乏飼料で飼育したニジマス稚魚の骨格を軟X線像で観察しており、それによると、椎骨

の癒着型が多数発生し、このものの病状が湾曲を示さずにそのまま進行した場合には、短軸症となることを認めている。また、ニジマス、ヒ

メマスおよびシロザケの稚魚の体形異常魚について、椎骨の癒着または配列の乱れなど異常を示す部位は、脊柱の中部からやや後方に高い発生頻度が認められたという。VCの欠乏によって骨のコラーゲン合成が阻害されることは知られている。^{4), 5), 6)}

2) カルシウムとリンのバランス

村上^{7), 8), 9)}はコイの稚魚に多発した頭部変形症の研究を行い、それが骨格全体の変形であり、その主因が餌料中のリン(P)とカルシウム(Ca)の不均衡にあること、また、環境水中のリン酸とカルシウムの含量も発症を助長する要因となることを明らかにした。また、荻野ら^{10), 11), 12)}は、コイ、ニジマス、淡水飼育中のシロザケに対するPとCaの要求を調べた。それによると、これらの魚はいずれもCaを水中から摂取するので、Caを欠く飼料でも欠乏症を認めないが、P欠乏飼料では、コイとシロサケに骨格の発育不全による体形異常が出現し、ニジマスでも、脊椎骨の無機質組成に大きな影響を与えたと述べている。

3) マンガンの欠乏症

荻野ら¹³⁾は、マンガン(Mn)の含有量の少ない飼料でニジマスを飼育したとき、短軸症が多発し、これをMnの欠乏症の一症状と考え、Mnの不足によって、骨端軟骨のムコ多糖類の合成が阻害されたのであろうと述べている。

4) その他の無機質

荻野ら^{14), 15)}は、マグネシウム(Mg)の含有量の低い飼料でコイ、ニジマスを飼育したところ、ニジマスでは脊柱の湾曲が多発し、コイでは体

形異常の記載はないが、脊椎骨のMgが減少し、Ca/Mg比が変化したと述べている。

清水らは、ウナギの配合飼料における各種の微量元素の添加効果を調べた。それによると、アルミニウム(Al)、ヨード(I)、あるいはフッソ(F)を添加しない場合に、それぞれ、椎骨異常による体形異常が出現したという。

脊椎骨の発育不全を伴う体形異常の原因に関する記載は以上のとおり、ビタミンまたはミネラルの欠乏あるいは代謝異常に帰結する。今回のアユの体形異常は、症状的にこれらのいずれにも類似性があると考えられたので、その因果関係の可能性を検討した。まず、症状からみて、脊椎骨の障害は生育の初期にあったと考えられる。2、3のアユ養魚場の聞きとり調査によると、琵琶湖産のシラスアユを種苗とした群に体形異常が出現したが、同じ琵琶湖産でも、3 g以上の稚魚を種苗とした群には異常はなかったという。本年の特殊事情として、河川放流種苗の需要期に、琵琶湖では3~4 gサイズの稚魚の採捕量が例年に比べて著しく少なく、そのため、養成稚魚が多量に放流用種苗として出回った。こゝでいう養成稚魚とは、琵琶湖で採捕されたシラスアユを給餌飼育して、4~10 gに育成したものである。体形異常の出現した河川では、いずれも相当量の養成稚魚が放流されており、放流種苗全体のうち養成稚魚の占める比率の高い河川で、体形異常魚の出現率が高い傾向があった(第2表)。以上の事情を考慮すると、シラスアユの採捕から初期の飼育過程の間に何

らかの障害があったと考えられる。従って仮りに、その間の飼育飼料に、先に述べたビタミンあるいはミネラル等の欠陥があったとすれば、体形異常出現の因果関係が成立する。

ただ、栄養要求は魚種によっても異り、また体形異常の発症条件は必ずしも単純ではない。

VCの欠乏症による体形異常は、北村ら^{2), 3)}の示したニジマス、ヒメマス、シロサケのほか、POSTON¹⁷⁾はカワマス、HALVER^{4), 5)}らはニジマスとギンザケ、佐藤らはニジマス、坂口らはハマチでもそれぞれ認めているが、一方、McLAREN²⁰⁾らはニジマス、森らはアユ、新井らはウナギに対するVC欠乏試験で、それぞれ欠乏症を認めているもの、体形異常の発症を認めてはいない。²¹⁾また、HALVER²³⁾はマスノスケ、PHILLIPS²⁴⁾らはニジマス、カワマス、ブラウンマス、レイクトラウト、COATES²⁵⁾らはギンザケの実験で、それぞれVCの欠乏症を認めていないし、また、PRIMBS²⁶⁾らは、2か月齢および11か月齢のニジマスに対するVCの欠乏試験の結果から、ニジマス飼料にVCは必須でないとし、これまで、マス類の飼料にVCが必要であることを示した研究はVAによるVCの不活性あるいは、VAの過剰症が疑われると述べている。また、佐藤²⁷⁾らは、コイはVCを合成するので、飼料中にVCを添加する必要はないと述べているし、村上⁸⁾は、Caの多量存在下では、VCの添加によって、かえってコイの体形異常を増加させたという実験結果を示している。このように、VCの要求は、魚種あるいは生長段階によっても異り、またその代謝が他の物質との相互作用によ

って変化すると考えられる。また、VCの欠乏によって引き起こされる体形異常についても、VCが単独で関与するというよりは、症状の進行に他の物質が関与するか、あるいは、無機質など他に一次因があって、その代謝にVCが関与する可能性が強いと考えられ、このことは、北村³⁾も一部認めている。

PあるいはMgについても、その欠乏試験による体形異常の発症が魚種によって異り、^{10), 11), 12), 14), 15)}また、魚粉中のPの利用率が、ニジマスやシロサケでは高いが、コイでは低いという報告^{12), 28)}もある。

アユの体形異常については、従来からしばしばその出現が知られていたが、人工採苗魚にとくに多発するため、近年その原因解明と発症防止に関する研究が精力的に進められている。現在のところ、疫学的調査結果から、ふ化管理過程や仔魚飼育環境に原因が存在した可能性は低いとみなされ、仔魚期の餌料条件に主因があるとする見方が強く、とくに、配合飼料を早期から多用したような場合に多発する傾向のあることが認められている。^{33), 34), 37)}

田端³⁴⁾らは、全長が28mm、40mm、60mmの各時期から市販配合飼料の単独使用で飼育を行った結果、60mm以上の稚魚の場合には、新たな体形異常の増加は認められなかったが、シラス型仔魚の場合には、高率で体形異常魚が出現したと述べ、さらに、この配合飼料にビタミン混合を添加することによって新たな体形異常の増加を防止する効果があったと述べている。しかし、いずれにしても、仔魚期から単独で使用し得る配

合飼料は、まだ技術的に未完成の段階にあり、今回のアユの体形異常の原因がシラスアユの養成飼料にあったとする疑いが強い。

骨格の発育不全をもたらす原因として、これまで文献上の記載を述べたが、なお論議の余地のあるV Cを除いていずれも特定の無機質の欠乏症であり、このほか、飼料中の無機質混合物の添加が骨格不全の予防に有効であったとする報告^{3), 7), 38)}もある。また、アユのミネラル要求は、コイやニジマスのそれより幾分高いという報告³⁹⁾もある。本報では、今回のアユの体形異常の原因として、シラス期における配合飼料の栄養的欠陥、とくに、V C, P, Mn, Mgなどの物質の不足もしくは不均衡に強い疑いのあることを指摘して結論とするが、魚類の無機質要求に関する研究は最近盛んで、その重要性が次第に明らかにされつつあり、これらの物質のアユ仔魚飼料中に含有されるべき量の解明は今後の課題であろう。

要 約

1. 河川ならびに養魚池において大量に出現したアユの体形異常について症状を調べ、その原因を考察した。
2. 3河川および1養魚場で出現した体形異常魚の症状は共通して短軸症を示し、椎骨の短縮癒合を伴う脊柱の著しい発育不全が認められた。
3. 上記のような骨格の発育不全は、V C, P,

あるいはMnの欠乏症と類似性があり、そのほか、Mg, Al, IあるいはFなどの無機質の欠乏症の可能性もあると考えられた。

4. 体形異常の出現した河川では、いずれも、シラス期から配合飼料で育成された種苗が放流されていた。

5. 椎骨発育不全の発症時期は、シラス期と推定され、その原因としてこの時期に与えられた配合飼料の栄養欠陥が疑われた。

文 献

- 1) 隆島史夫, 1979; 魚類体形異常の実験的発症例, 水産増殖, 26(4), 183~190.
- 2) 北村佐三郎ほか3名, 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, 日水誌, 31(10), 818~826.
- 3) 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.
- 4) J.E. HALVER, L.M. ASHLEY and R.R. SMITH, 1969; Ascorbic acid requirements of coho salmon and rainbow trout. Trans. Amer. Fish. Soc., 98, 762~771.
- 5) ——, 1972; The role of ascorbic acid in fish disease and tissue repair. 日水誌, 38(2), 79~92.

- 6) M. SATO, R. YOSHINAKA and S. IKEDA, 1978; Dietary ascorbic acid requirement of rainbow trout for growth and collagen formation. *Ibid*, 44(9), 1029-1035.
- 7) 村上恭祥, 1967; コイ稚魚に発生する頭部変形に関する研究, 魚病研究, 2(1), 1-10.
- 8) ——, 1970; コイ稚魚に発生する頭部変形症の研究—IV, 変形魚発生原因と予防治療法について, 広島淡水指研報, No.9, 9-21.
- 9) ——, 1972; コイの体形異常に関する総括的検討, *Ibid.* No.11, 48-57.
- 10) C. OGINO and H. TAKEDA, 1976; Mineral requirements in fish—III, Calcium and phosphorus requirements in carp. 日水誌, 42(7), 793-799.
- 11) 萩野珍吉, 武田博, 1978; ニジマスにおけるカルシウムおよび燐の要求, *Ibid*, 44(9), 1019-1022.
- 12) T. WATANABE and four others, 1980; Requirement of chum salmon held in fresh water for dietary phosphorus. *Ibid*, 46(3), 361-367.
- 13) 萩野珍吉, 楊洸洋, 1980; コイおよびニジマスにおけるマンガンおよび銅の要求について, *Ibid*, 46(4), 455-458.
- 14) ——, 隆島史夫, 邱景雲, 1978; ニジマスのマグネシウム要求について, *Ibid*, 44(10), 1105-1108.
- 15) C. OGINO and J. Y. CHIOU, 1976; Mineral requirement in fish—II, Magnesium requirement of carp. *Ibid*, 42(1), 71-75.
- 16) 清水千秋ほか3名, 1980; ウナギの無機物質要求に関する研究—IV, 日水学会昭和55年春期大会.
- 17) H. A. POSTON, 1967; Effect of dietary L-ascorbic acid on immature brook trout. *Cort. Hatch. Rept.*, 35, 46-48.
- 18) 佐藤守, 吉中礼二, 池田静徳, 1980; 魚類のコラーゲン代謝—X, アスコルビン酸欠乏ニジマスにおける奇形魚の発生と飼育水温の関係, 日水学会昭和55年春期大会.
- 19) 坂口宏海, 竹田文弥, 丹下勝義, 1969; ハマチのビタミン要求に関する研究—I, B₆およびC欠乏症について, 日水誌, 35(12), 1201-1214.
- 20) B. A. McLAREN and three others, 1947; The nutrition of rainbow trout.—I, Studies of vitamin requirements. *Arch. Biochem.* 15, 169-178.
- 21) 森政次, 池田静徳, 1978; アユの水溶性ビタミン欠乏症, 日水学会昭和53年春期大会.

- 22) S. ARAI, K. NOSE and Y. HASIMOTO, 1972; Qualitative requirements of young eels for water soluble vitamins and their deficiency symptoms. 淡水研報, 22(1), 69—83.
- 23) J. E. HALVER, 1957; Nutrition of salmonoid fishes.—III, Water soluble vitamin requirements of chinook salmon. J. Nutrition, 62, 225—243.
- 24) A. M. PHILLIPS and D. R. BROCKWAY, 1957; The Nutrition of trout.—IV, Vitamin requirements. Prog. Fish-Cult., 19, 119—123.
- 25) J. A. COATES and J. E. HALVER, 1958; Water soluble vitamin requirements of silver salmon. U. S. Fish and Wildlife Serv. Spec. Sci. Rept. (Fish), No.281, 1—9.
- 26) E. R. J. PRIMBS and R. O. SINHUBER, 1971; Evidence for the non-essentiality of ascorbic acid in the diet of rainbow trout. Prog. Fish-Cult., 33(3), 141—149.
- 27) M. SATO and three others, 1978; Non-essentiality of ascorbic acid in the diet of carp. 日水誌, 44(10), 1151—1156.
- 28) 萩野珍吉ほか3名, 1979; コイおよびニジマスにおける飼料燐の有効性について, Ibid, 45(12), 1527—1532.
- 29) 駒田格知, 1978; 河川放流および養魚池飼育アユにおける外部形態ならびに骨格異常の発現について, 岐歯学誌, 6(2), 76—79.
- 30) ———, 1978; アユの成長に関する研究—特に相対成長および口部歯系の成長について—, Ibid, 6(2), 80—128.
- 31) 隆島史夫, 野村稔, 石井重男, 1976; 人工採苗アユの体形異常について—I, 種苗にみられた骨格異常, 東水大研報, 62(2), 91—97.
- 32) ———, 1976; Ditto—I, 仔魚における骨格形成異常, Ibid, 62(2), 99—112.
- 33) ———, 井上晃延, 1979; Ditto—III, 病因学的調査結果, Ibid, 66(1), 9—21.
- 34) 田畠和男, 柴田茂, 松井芳房, 1976; 人工生産アユ種苗の変形発生要因に関する研究, 兵庫水試研報, No.16, 9—24.
- 35) 渡部邦夫, 杉下徹, 大飼政昭, 1977; 体形異常魚の発生防止について, 岐阜県魚苗生産委員会報告書, No.8, 4—7.
- 36) 池戸利ほか3名, 1978; 体形異常魚の発症防止に関する試験, Ibid, No.9, 4—10.
- 37) 石井重男, 杉下徹, 1979; Ditto, Ibid,

- 38) S. ARAI, K. NOSE and Y. HASIMOTO, 1971; A purified test diet for eel. 淡水研報, 21 (2), 161-

- 39) 森政次, 池田静徳, 1980; アユのミネラル要求について, 日水学会昭和55年春期大会。