

霞ヶ浦における網いけす養殖ゴイの斃死について - II

熊 丸 敦 郎

1 はしがき

天然魚、養殖魚とも年々斃死事故が増加する傾向にある中で、48年度の酸欠死について、今年も網いけすで、かなりの斃死事故が起きた。特に6月、北浦の二重作、霞ヶ浦の古渡での斃死事故、8～9月の霞ヶ浦各地での斃死事故は被害が大きかった。これらは去年の酸欠死のように急性のものは少なく、ある期間中に除々に斃死するという病的なものであった。今回の斃死の原因について現在なお不明な点があるが、調査結果と、これにもとづく今後の研究課題について述べる。

2 49年度網いけす養魚斃死状況

49年度網いけすで起きた斃死事故の主なものとその症状、特徴等を表にまとめると次のようである。

第1表 49年度、網いけす養魚の斃死状況

月 日 (期 間)	場 所	おおよその 被 害 量	症 状 其 他
5 月初旬～ (約 1 週 間)	霞 ヶ 浦 (手 賀)	聞込調査 2 ton	ヒゴイのみ (B・W・ $\frac{1}{2}$ 200 ♀) 体 表にスレ 水生菌寄生, 口ぐされ, エラぐ され, 腹部出血斑, 肥満度の低いもの程 重症, 腎肥大, 消化管: カタール性炎 寄生虫: , 体表にトリコディナ, キ ロドネラ, コステイア, エピスティルス, ダクチロギルス等, 多種認められたが数 的には少ない。 バクテリア: , 体表から Chond- rococcus columnaris, 腎から Vibrio anguillarum, Aero- monas sp.
6 月 1 2 日～ (約 2 週 間)	北 浦 (二 重 作) 霞 ヶ 浦 (古 渡)	80 ton	エラの色が非常に白く, 極度の貧血症状 Hb 量: 3.72 (コイの正常値 Hb 量: 8.1) 湾入部に限られ天然魚にも同 じ症状が見られた。

月 日 (期 間)	場 所	おおよその 被 害 量	症 状 其 他
			<p>寄生虫：トリコディナ，コストアがごく少数</p> <p>バクテリア：Aeromonas hydrophila が腎から分離された個体もあるが，同じ症状でも分離されなかった個体もある。極度の貧血のため内臓各臓器とも白いが，消化管の貧血等の異常は認められない。</p>
6月15日 (1 日)	霞ヶ浦 (西 蓮 寺)	6 ton	酸欠死
6月23日 (約 2 週 間)	霞ヶ浦 (牛 渡)	10 ton	<p>ぐされ病 袋後部から壊死，萎縮様液がたまっている。この濃様液より分離したバクテリア：グラム陽性，長桿（不明）及びビールス（HA0.45μミリポア濾紙濾液）を健魚に注射したが同じ症状は再現されず。</p>
7月30日 (2 週 間)	霞ヶ浦 (沖 宿)	20 ton	<p>大型のもの（1Kg以上，肥満度も比較的高い）が斃死。外傷はなく，エラに多量の粘液分泌，寄生虫はわずかしか認められず，消化管は充血，カタル性炎をおこしているものが多い。体脂肪は多量に蓄積されており，肝臓は白っぽい。</p> <p>以後同様の症状での斃死が各地で発生した。</p>

9月7日～30日霞ヶ浦（牛渡，柏崎）20ton，9月9日～20日（田伏）50ton，9月13日～（2～3週間）（内水試前，手賀）100ton，9月18日～2週間（牛堀，2回目）100ton，9月中旬～10月5日（沖宿・2回目）20ton，9月19日～10月5日北浦（大野）10ton，9月28日～（2週間）北浦（山田）5ton。

これら斃死事故の内、特に被害が大きかった6月中旬北浦の二重作で起きたものと、8-10月霞ヶ浦各地で発生したものについて調査結果を次に示す。

3 北浦（二重作）の斃死について

6月12日ごろから起きたこの斃死事故は、エラの色が白く、重度の貧血症状を呈しており今までに例を見ないものであった。体重300g以下のものが2-3週間にはほぼ全滅した。

(1) 症状

元気なく網いけすの縁をふらふら泳いでおり、摂餌はわずかながら行なりが1-3日後には除々に死んでいく。体色は黒ずんでおり、エラの色は白に近い魚体のどこを切っても血液がわずかしか出てこない。内臓も色は白っぽいが出血その他の異常は見られない。

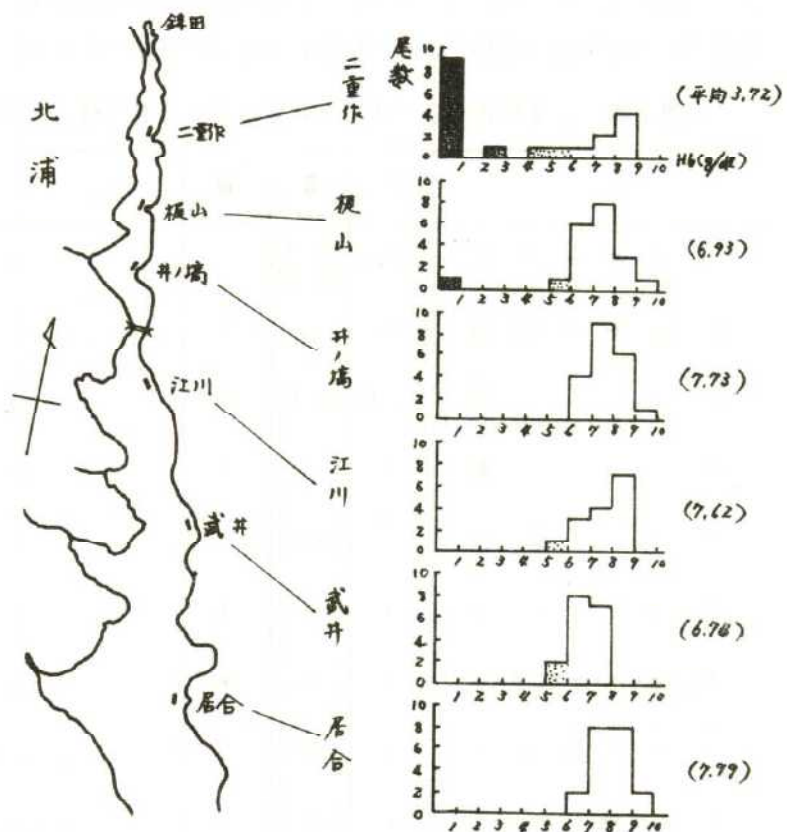
(2) 血液像

塗抹、ギムザ染色標本で、明らかに赤血球が少なく、存在する赤血球のほとんどは細胞が小さくそのわりに核が大きい。(幼若細胞)

(3) 斃死、あるいはその兆候のあらわれている地域

病魚が著しい貧血症状を呈していることから、血液のヘモグロビン量より病状が判定できると考え、北浦各地の網いけすからサンプリングしたコイについて、ヘモグロビン量をCN-Met-Hb法によって比色定量した。その結果は第1図のようになる。健康なコイのHb量は $8.1\text{g/dl}^{1)}$ といわれており、調査した網いけす養殖コイでは、全体的に若干貧血症みであるが、特に重症のもの存在する地域は、北浦北奥部の二重作から梶山までに限られており、奥部の方がひどいようである。同時に二重作の張網で採れた天然魚に

第1図 北浦各地における網生養殖コイのヘモグロビン量 (S 49.6.18~24)



についてもHb量を測定したところ(第2図)のように、キンブナ、コイに同様な症状のものが認められた。又対岸の高田では張網で採れたフナ類の半数はエロの色が白くなって死んだといわれている。

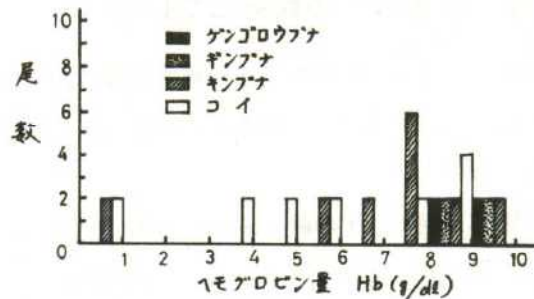
4) 寄生虫

エラ、鰓等を検査した結果、トリコディナ、コスティアがごく少数寄生しているにすぎず、これらによって貧血を起こしたとは考えられない。又消化管内に寄生するBothriocephalusもほとんど認められなかった。

5) バクテリア

重症のものから軽症のものまでの5尾の魚体を用い、それぞれ腎臓からバクテリアの分離培養を行った。この結果、やや重症と思われるものでも何も検出されなかったり、検出されたものでもコロニーの数が少なかった。このことから、斃死の一次原因は細菌によるものでないことが予想される。分離された細菌は三種類で、その形態、生化学的性状を第2表に示す。

第2図 二重作における天然魚(張網)のヘモグロビン量 (49.6.24.)



第2表 二重作貧血症コイ(200~300g)腎より分離 (S49.6.23.)

	I	II	III		I	II	III
コロニーの色	黄灰土	黄土透明		インドール	-	+	-
空気中の発育	+	-	+	SIM H ₂ S	+	+	+
形態	短桿	短桿	桿	運動性	+	-	-
運動	+	-	+	NH	-	-	-
グラム染色	-	-	-	V-P	+	-	-
カタラーゼ	+	+	+	M·R	+	+	-
チトクロム・オキシダーゼ	+	-	+	KCN	+	+	-
O-Fテスト	F	F	O	ゼラチン	-	-	-
ブドウ糖(ガス)	+	+	-	ウレアーゼ	-	-	-
抗酸性	-	-	-	クエン酸塩	-	+	-

	I	II	III		I	II	III
マロン酸塩	—	+	d	ラクトース	—	—	—
脱水素	—	—	—	マルトース	+	+	—
アルギニン	—	—	—	セロビオース	+	+	—
酒石酸塩	—	+	—	ラフィノース	—	—	—
リトマスミルク	—	d	—	デキストリン	+	—	—
Cont	—	—	+	デンプン	+	—	—
脱オルニチン	—	—	+	イヌリン	—	—	—
炭リジン	+	—	+	グリコーゲン	+	—	—
酸アルギニン	+	—	+	グリセリン	+	+	+
糖分解				マンニット	+	+	+
グルコース	+	+	—	ソルビット	—	+	+
キシロース	—	+	+	イノシット	—	—	—
ラムノース	—	+	—	アドニット	—	—	—
マンノース	+	+	—	トレハロース	+	+	+
アラビノース	—	+	—	サリシン	—	—	—
ガラクトース	+	+	—	エスクリン	—	—	—
サッカロース	—	—	+				

I : *Aeromonas* sp.

II : 大腸菌群

III : *Pseudomonas* sp. (I, II, IIIは優先種の順)

この三種のバクテリアの一金耳を硬骨魚用生理食塩水10ccに入れそれぞれ健康なコイに腹腔内注射して再実験を行なったが、エラが白くなったもの、斃死したものはなかった。このことから病原菌による斃死ではないと思われる。

(6) ビールス

常法に従って、腎臓組織を等張液に入れ、冷却しながらかゆ状にすりつぶしてHank's 0.45μミリポアろ紙を通した液を健康なコイ(B・W=100g)10尾に腹腔内注射をした。その後2週間、毎日エラの色を観察したが、エラ蓋がめくれたようになったもの1尾を除いて他は異常が認められなかった。このことから、斃死原因がビールスではないと考えて良い。

(7) 水質

この斃死事故が起きた前後の水質は第3表のとおりである。斃死期間中の溶存酸素量はむしろ過飽和の状態にあり、酸欠による斃死ではないようである。NH₄-N, pH, Cl⁻も普通に見られる値である。注目すべき点はプランクトンで、ちょうどこの時期に*C. blamidomonus*が大繁殖しており、第3表および第3図のように、このプランクトンの繁殖した時期と地域が斃死事故発生のそれら

第3表

S 4 9 ・ 6 ・ 1 1 水 質

地点	水深 (m)	透明度 (m)	D・O (ppm)	Cl ⁻ (ppm)	pH	W・T (°C)	NH ₄ -N (ppm)	C・O・D (ppm)	Total クロロフィル (mg/m ³)	ブランクトン 優 先 種 (個/α)
二重作	6.8	0.80	10.89	38.67	8.6	22.5	0.14	6.85	159.78	Chlamidomonas 62,500
			11.45			22.0				
北井ノ高	3.0	0.90	8.12	253.94	8.1	22.0	0.11	4.08	127.76	Chlamidomonas 39,500
			8.13			21.5				
浦江川	6.0	1.15	8.99	459.80	8.2	22.0	0.11	3.75	124.44	Chlamidomonas 14,300 Synedra Cyclotella Stephanodiscus 23,500
			9.25			21.5				
白浜	6.5	1.20	9.46	514.14	8.1	21.5	0.16	3.59	61.8	Chlamidomonas 7,200 Synedra 2,200
			9.00			21.5				
木原		0.90	7.45	28.654	8.3	22.5	0.03	4.24	80.0	Chroococcus 3,150 Chlamidomonas 1,350 Dictyosphaerium +
			7.49			22.2				
霞		0.85	7.98	299.92	8.6	21.9	0.05	4.24	94.6	Chroococcus 3,350 Chlamidomonas + Dictyosphaerium +
			8.51			21.8				
ヶ		0.85	8.90	299.92	8.7	21.9	0.11	3.43	—	Chroococcus 1,900 Chlamidomonas + Dictyosphaerium +
			8.34			21.8				
浦		0.80	8.23	296.78	8.2	22.0	0.06	6.20	110.0	Chroococcus 2,450 Chlamidomonas 750 Dictyosphaerium +
			7.94			22.0				
田伏		0.50	5.57	459.8	7.6	22.9	0.38	8.49	248.0	Chlamidomonas 8,250 Anabaena 570
			5.19			22.9				

とよく一致しているということである。従ってChlamidomonusと斃死事故の間に何らかの関係がありそうである。しかし、残念ながらChlamidomonusを用いて、コイに貧血症を起こす再現テストが行なわれなかったために、Chlamidomonusが原因であるとは、今のところ言いきれない。

(7) 農薬

斃死事故が起きる前に使用された農薬は、聞きとり調査によって、除草剤のサタンSであることがわかった。そこでサタンSについて24h T・L・Mを調べた結果約60ppmであることが判明した。これより低濃度の50ppm, 10ppmで2日間飼育後のコイの色は普通のものよりむしろ鮮やかな赤色であった。さらに一週間清水で飼育しても斃死は起らず、エラの色も濃赤色であった。又この農薬は各地で使用されており、この地域だけに影響を与えたとはいえられないし、今までに、この農薬と貧血症を結びつけられる例は見つからない。なお、農薬については更に検討中である。

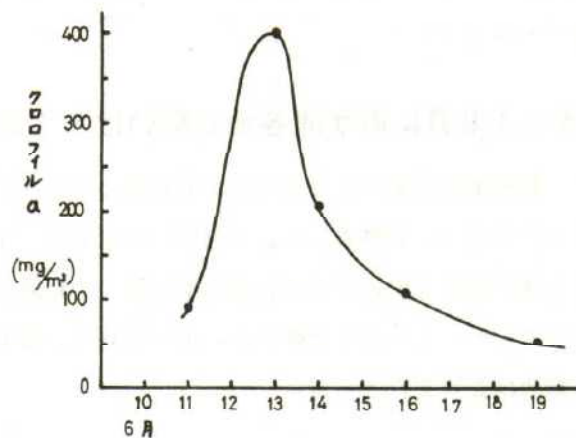
(8) 考察

この斃死事故の特徴的な症状は、赤血球が異常に少なく、存在する赤血球のほとんどが幼若細胞であるということである。従って斃死の原因は強い溶血作用をもったものと思われる。さらにこれと同じ症状のものが天然魚にも見られることから、この斃死が、網いけす養殖技術(例えば、飼料質が悪いとか、放養密度が高い等)によるものではなく、環境水の水質又は伝染性の病気が原因として考えられる。伝染性の病気については、寄生虫、バクテリア、ビールスのいずれも否定的な結果がでている。

環境水の水質については、斃死期間中、溶存酸素は充分にあったため、酸素不足によるものではないことがわかった。ただ斃死の起きた場所、期間とプランクトンのChlamidomonusが大繁殖した場所、期間が一致していることから、それらの間に何らかの関係がありそうである。

今までのこれ似た例では、1920²⁾年オランダの海岸埋立地の中の溜め池(汽水)において、roach, reedroad, white bait, bream, teuch, carp, eelなどが、エラの血液が急激になくなり斃死したということがLiebert & Deernsによって記載されており、原因は鞭毛藻類Prymesium parvumの分泌物質であるとしている。プランクトンの種類は異なるが、鞭毛藻類で種類が比較的近いということからChlamidomonusが斃死原因である可能性が大きいように思われる。Chlamidomonusが斃死原因と仮定した場合、第3図のようにクロロフィルaの

第3図 二重作におけるChlamidomonus繁殖の衰移 (49.6.11~19)



量で 200 mg/m^3 以上の大繁殖をした時に影響を示すであろうということが予想される。又 Chlamidomonas が汚水性のプランクトンであり、湖の富栄養化が進む中で、今後ともこのような斃死事故は頻繁に起ることも考えられ、Chlamidomonas と魚類斃死との関係については今後の大きな調査研究課題である。

4 8～10月に霞ヶ浦各地の網いけすで起きた斃死事故について

この斃死事故は第1表のように8月初旬より沖宿において始まり、3ヶ月間に各地で続発した。この斃死の特徴は、各漁場とも、2週間以上にわたって除々に(1日に10～100Kg/網)斃死し、斃死魚域は斃死寸前の魚の消化管内壁は赤く、粘液がたまっており、カタル性炎を起こしていることであった。このように斃死の状況から見て、細菌性疾病の疑いがあると考え、各地で聞きとり調査、細菌検査等を行なった。

(1) 症状

斃死が起こる1～2日前から餌くいが悪くなり、泳が環活発になる。斃死が始まった網いけすの生魚のエラについて見ると、色が幾分白っぽいものと、エラ葉が濃赤色でバラバラになっているもの二とおりがあり、いずれの場合もエラに粘液分泌が認められるエラぐされ(Condrococcus Columnalis)になっているものもあるが寄生虫はわずかしが認められない。腹部体表に出血斑、肛門部が発赤しているものも少数ある。

(2) 聞きとり調査結果

* 餌について

特定の餌料メーカーのものに限らない。サナギ、oilの添加にも関係がないように思われる。投餌量の多かったところ(3～5%/体重/day)が斃死量も多い。逆に、同じ漁場内でも投餌量が少なかった所はほとんど死ななかつた。魚体の大きいもの(2～3年もの)が多く斃死した。

* 糞の状態

8月ごろから糞が浮くことが多い。

このことについては、次の三者に分けられる。

- | | |
|------------------|------------|
| a 投餌量が多いと糞が浮く | 霞ヶ浦(田伏 牛渡) |
| b 餌くいが悪い時に糞が浮く | 霞ヶ浦(手賀) |
| c 斃死前から粘液状の糞が浮いた | 北浦(山田) |

なお、糞が浮く状態は、8月中に当水試でも各地で確認している。

* 放養密度について

密度の高い網いけすほど斃死量が多い。

* 投薬効果について

網いけす業者が投与した薬剤の多くはサルファ剤であった。

斃死前から定期的に投与していた人、斃死が始まって、すぐに投与した人、斃死がかなり進ん

で、人に聞いて投与した人、いずれの場合も効果は無いように思われる。

又、隣接する網いけすで、同様な斃死が発生し、一方はサルファ剤を投与し、他方の人は投与しなかったところ、どちらもほぼ同量斃死し、斃死の終末時期もほとんど同じであった。

(3) 解剖検査

消化管が充血しているものが多い。重症のものは、カタル性炎を起こして、赤い粘液で消化管が充たされている。消化管の充血部位は、重症のものは全体、軽症のものは後部（肛門に近い部分）の約 $\frac{1}{4}$ のところ赤くなっている。網の淵をふらふら泳いでいる魚の消化管はほとんどがまっ赤に充血している。第4表は、斃死が始まって2日〜1週間後に各漁場で調べた生きている魚体の消化管の充血程度である。

第4表 各漁場における消化管の充血程度

良 : 消化管の色が乳白色〜白色

やや不良 : 消化管の一部に充血が認められる。

不良 : 消化管の後方約 $\frac{1}{4}$ の部分がかかり充血している。

重症 : 消化管全体がまっ赤で、赤い粘液を含んでいる。

斃死後のものはこれに含まれていない。

()内は消化管内に糸虫(ボツリオケファルス)の存在していたもの。

網いけす漁場		良	やや不良	不良	重症	計
手賀	1区	3	2	5	0	10
	2区	1	5 (1)	1	0	7
田伏	1区	0	2	0	0	2
	2区	1	3	3	1	8
柏崎	9月10日	2	0	4	1	7
	9月19日	1	1	0	0	2
牛渡		4	2	0	2	8
下玉里		1	2 (1)	1	0	4
内水試前		1	4	2	1	8
大野		7	1	1	1	10
山田		4 (1)	0	0	1	5
計		25 (1)	22 (2)	17	7	71
比率 (%)		35.2	31.0	23.9	9.9	100

この表から、斃死期間中期においてもなお、消化管に何らかの異常が見られるものが60%もあり、斃死するであろうと思われるような重症魚も10%近くあることがわかる。

(4) 細菌検査

斃死の状況，魚の解剖結果からみて，病原性の細菌に感染している疑いが強いことから，細菌検査を行なった。

手賀，田伏，内水試前，牛渡等の斃死の起きた網いけすから主に重症魚をサンプリングし，これについて消化管，肝臓，ひ臓，腎臓より常法に従って細菌の分離を行なった。この結果，ほとんどの軽い症状の腎からは細菌が分離されなかったが，重症のものからは，多種類のものが分離されその中には強い病原性のものもあるが3種確認された。さらに，同じ網いけすの病魚から3種とも分離されたものもあった。

第5表 S49年8月～10月病魚より分離した細菌の生化学的性状

分離番号	I	II	III	IV	V	VI
分離臓器	消化管，腎	消化管腎・ひ	消化管・腎	腎・肝	腎	腎
色	灰白・透明	黄土白	白・透明	黄白	黄土白・透明・湿潤	黄白
形態	短桿	桿	短桿コンマ状	短桿	短桿	短桿
運動性(検鏡)	+	++	+ (Vibration)	-	++	-
Gram stain	-	-	-	-	-	-
Gulcose(Acid)	+	+	+	d	+	-
" (Gas)	-	++	-	-	++	-
Catarase	+	d +	d	+	+	-
Cytochrom-Oxidase	-	+	+	+	-	-
O-F test	F	F	F	o	F	-
運動性	+	+	+	d	+	-
SIM H ₂ S	++	d	-	-	++	-
IPA	+	-	-	+	-	-
Indole	+	+	+	-	-	-
M・R・test	d	d	-	-	+	-
V-Preaction	-	+	+	-	-	-
Gelatin liquefaction	+	+	+	-	-	-
Litmus milk	-	d	d	-	+	-
Urease	+	-	-	-	-	-
Gluconate oxidation	-	-	-	+	-	-
Citrate utilization	-	+	d	+	d	+
Mabnate utilization	-	-	-	+	-	-
Tartrate utilization	+	+	d	-	+	-
Nitrate reduction	+	+	+	-	+	-
Argininedehydrolase	-	+	-	-	-	-
Esclin dehydrolase	+	-	-	-	-	-
Hemolysis	-	-	-	-	-	-

第6表

糖分解(Acid)	I	II	III	IV	V	VI
Gulcose	+	+	+	d	+	
Xylose	d	-	-	+	+	
Rhamnose	-	-	-	-	+	
Fructose	-	+	+	-	+	
Mannose	-	+	-	d	+	
Arabinose	-	-	-	-	+	
Galactose	d	+	d	-	+	
Saccharose	d	+	+	-	-	
Lactose	-	-	-	-	+	
Maltose	d	+	+	-	+	
Cellobiose	-	+	-	-	-	
Raffinose	-	-	-	-	+	
Dextrin	d	+	+	-	-	
Starch	-	+	+	-	-	
Inulin	-	-	-	-	-	
Glycogen	-	+	d	-	-	
Glycerin	d	+	-	d	+	
Mannitol	-	+	+	-	+	
Sorbitol	-	-	-	-	+	
Inositol	-	-	-	-	-	
Adonitol	-	-	-	-	-	
Trehalose	-	+	+	-	+	
Salicin	-	-	-	-	-	
Esculin	-	-	-	-	-	
薬剤感受性						+++
スルファジメトキシ	+++	+++	+++	-		
スルフィソキサゾール	++	+++		-		+
フラゾリドン	-	++	+++	-		+
ペニシリン	-	-	+	-		+++
ナリジキシックアシド	+++	+++	+++	-		+++
カナマイシン	+++	+++	+++	+++		+++
オレアンドマイシン	-	+	+	-		+++
テトラサイクリン	+++	+++	+++	+++		+++
クロラムフェニコール	-	+++	+++	+		
ノボピオン	-	-	++	-		+++
ロイコマイシン		+++	+++	+++		++

結果は第5表のとおりで、I³⁾は運動性があり、チトクローム、オキシダーゼ(—)であること等により、*Edwardsiella tarda*

II⁴⁾は運動性：(+)、O-Fテスト：発酵、ノボピオシン感受性：(—)等により *Aeromonas hydrophyla*、III⁵⁾は運動性：(+)、チトクローム、オキシダーゼ：(+), O-Fテスト：発酵、ノボピオシン感受性：(+), グルコース、ガス非産性等により *Vibrio anguillarum* にそれぞれ同定される。

分離された細菌の内、3種はいずれも病原性が強く、症状として消化管をおかし、カタル性炎をおこすということ、斃死魚や斃死直前と思われる魚の消化管が赤くただれているということから、3種の細菌の内のどれかが主な原因菌になっているかはわからないが、これらの細菌に感染して斃死したと考えられる。

しかし、今回の斃死事故がこれらの細菌のみによって起きたとすれば、いくつかの疑問点が残る。
* 同じ漁場の隣接する網いけすで、投餌量の多かったものが斃死し、少なかったものは斃死しなかったこと。

* 斃死魚の多くは大型(1Kg以上)のものであったこと。

* 薬治効果がなかったこと。

* 7月下旬から糞が浮くことが多かったこと。

* 9月に入って、水温が下り始めたが水温が下る傾向にある時に斃死が起り始めていること。

* 細菌による斃死の場合、単一種の細菌が優先的に分離されることが多いのであるが、今回は3種の強病原性菌が分離されたこと。

従って、これらの細菌が斃死の最終的な原因になっていたとしても、それ以前にこれら細菌に感染発病しやすくするような、何らかの一次原因があったのではないだろうか。

例えば、順環水槽に魚を高密度で飼育し長期間水を変えないでいると病気になるように、魚が細菌や寄生虫の病気で斃死する場合、それ以前に何らかの一次原因であることが多い。このように魚にとって悪い条件を与えてやると病気になるやすいという実験例を次に示す。

〔例—1〕 種々の刺激後の寄生虫、寄生率

* 実験方法

寄生虫の種類は *Trichodina*、供試魚はアカヒレ、容量20ℓの流水水槽、水温は18℃あらかじめ、この水槽に *Trichodina* が多数寄生しているコイの稚魚を入れておき、水槽に小さな網いけすを7個セットした。この網いけす以下の刺激を与えたアカヒレを10尾ずつ放養し、4日間飼育後、各々のアカヒレの尾に寄生した *Trichodina* の数を見た。

① 物理的的刺激——10分間空気中に放置し、魚体にスレ損傷をおわせた。

② pH, アルカリ度——pH: 9.98, アルカリ度——12.4の(H₃BO₃, KCl, NaOH)緩衝液に30分間水浴

③ 濁度——カオリン懸濁液(450ppm)中に1時間水浴

④ 酸欠——三角フラスコにアカヒレを入れて、止水で6時間放置(2時間後より鼻上げ、6時

間後のD・O=0.6 ppm)

⑤ フラン剤——20 ppm, 10分間薬浴

⑥ ディブテレックス——1 ppm, 1時間薬浴

* 結 果

実 験 区	対 照 区	①	②	③	④	⑤	⑥
寄生率/1尾の尾	0.69	3.44	3.44	1.63	0.70	0.13	0.43

このように⑤、⑥を除いた各刺激後は対照区(無刺激)に比べて、いずれも *Trichodina* の寄生率が高まっている。これら以外の刺激、たとえば急激な斃死を起こさないような低濃度の毒物、水温の急激な変化、品質の悪い飼料を投与した場合などの魚の代謝のバランスを乱すことによって、寄生虫の attack を受けやすくなるであろうことは充分想像される。

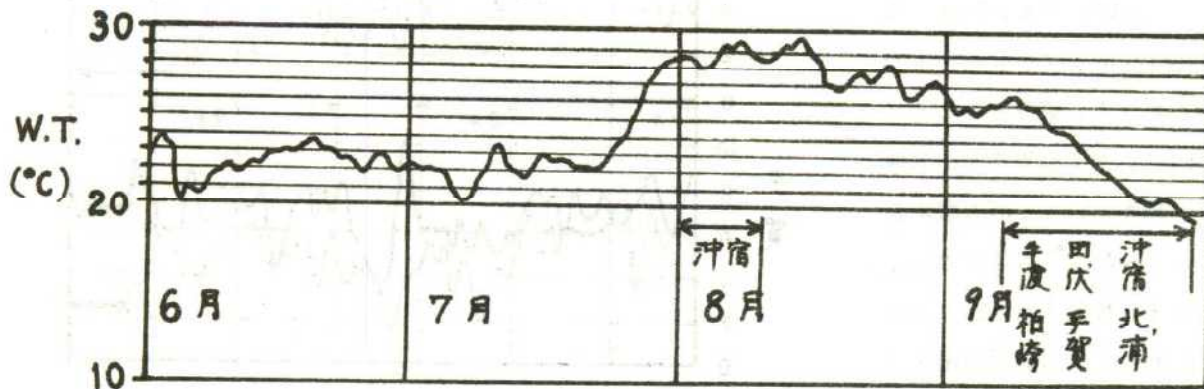
[例-2]

1967年7月~9月、我国各地の自然河川で発生したアユの大量斃死は *Aeromonas liquefaciens* (細菌) によるものであったが、これについて調査、試験した、狩谷⁶⁾は次のように結論している。「自然水中のアユには、広く、*A. liquefaciens* に感染されており、水温が25℃以下では発病しないが、28℃以上になると発病斃死する。」このように、他の細菌についても同様に、代謝のバランスが崩れると発病、斃死しやすくなることが考えられる。

(5) 水質環境について

斃死の起きた前後の水質(水温、溶存酸素量)は、第4、第5図に示すとおりである。

第4図 49年度霞ヶ浦(三叉)における水温



これらの図から、斃死の起こる前に多くの場合、低層の酸素量の減少が見られ、度斃死の時期に水温が急にさがり始めたために上下混合が起り、表層と底層の酸素量が近い値を示していることがわかる。

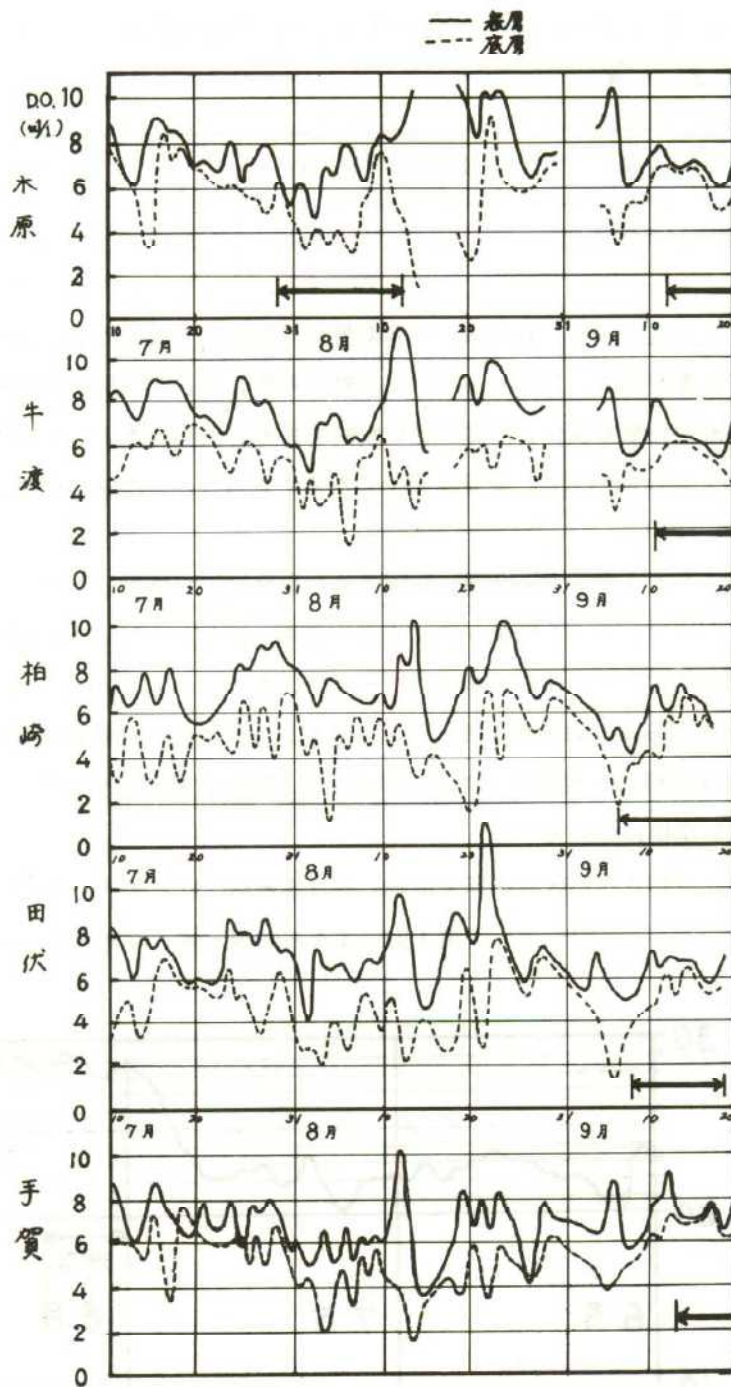
(6) 考察

以上のような水質条件が今回の斃死事故の一次原因であるということは現時点では断定できないが、先に述べたように、水質の悪化という魚にとって生理上都合の悪い条件になれば、病気になるやすいということを考えると、注目すべきことである。

今年の各網いけす漁場での酸素条件は、酸欠死の起きた昨年と比べれば幾分良かったけれども、例年になく降雨量が多かったにもかかわらず、第5図のように何回となく酸素不足の状態が起きている。溶存酸素量が3 ml/l 以下になると、コイは代謝異常を起すといわれており、直接酸欠死しないまでも、代謝異常になる程度の酸欠状態にな

ると、たべた餌が消化しきれないで糞が表面に浮くこともある。さらに魚体の大きいもの、摂餌量の多かったもの程この傾向は強いといえる。各漁場での聞きとり調査によれば、「8月に入って、糞が浮くことが多かった。」ということである。このことは、上記のことと第5図から酸素不足によるも

第5図 霞ヶ浦各地点のD.O. (ml/l)



のと考えられる。

このようにして、9月の斃死が起こる前に、慢性の下痢症状という下地があり9月に入ってからの酸素量の低下が重なって病気になりやすい状態になっていて、最終的に *Aeromonas hydrophila* , *Vibrio anguillarum*, *Edwardsiella tarda* 等に感染、発病して斃死したのではないだろうか。

今回の斃死事故の第1次原因が以上のように、環境水の水質の悪化であるとすれば初めに述べた疑問点が全て納得いくように思われる。

5 魚類斃死の原因調査における今後の課題

以上述べたような「環境の悪化は魚を病気になりやすくさせる。」という考えはむしろ、常識的であるように思われるのであるが、環境の悪化、代謝異常、発病という一連の詳しい機構については、まだ解明されていない点が多く残っている。

例えば環境の悪化だけについても、富栄養化が進んだ霞ヶ浦では、酸素不足、酸素不足によって付随して生産される有機物からの分解中間物質(ex, アミド, 有機酸, H_2S , メタンガス etc) プラクトンの代謝生産物等が考えられる。又、代謝異常を知る技法も、酸素消費量の増減を調べる方法、代謝異常によって生産される物質(ex, 酸素不足によって体内に増加する乳酸、ピルビン酸)を定量する方法、生物代謝にとって触媒作用として重量な働きをするいろいろな酸素の活性値の増減を調べる方法、組織化学による方法等があげられる。特に酵素活性についての研究は始められたばかりであるが、そのデータの積重ねによって、斃死原因、発病への機構について、より正確な解明がなされるようになるであろう。

参 考 文 献

- 1) 斎藤 要 1954 : 魚類血液の生化学的研究—1, 血液の形態について 日水誌 19(12) 1134~1138
- 2) Liebert & Deerns 1920 : Fish Intoxications Due to ALGAE BRACKISH WATER
- 3) 若林 久・江草 周三 1973 : *Edwardsiella tarda* (*Paracolobactrum anguillimortiferum*) Associated with Pond-Culthred Mel Disease, 日水誌 39(9) 931~936
- 4) 楠田 理一・高橋 幸則 1970 : コイ科魚類の立病に関する研究—I 病魚から分離した *Aeromonas* 菌について 魚病研究 4(2)
- 5) 江草 周三 1969 : 魚病菌 *Vibrio anguillarum* について 魚病研究 4(1) 31~44

6) 狩谷 貞二 1968 : アユ大量斃死原因について (茨城県)