

水質環境と魚類の成長 (8)

誌名	水産増殖 = The aquiculture
ISSN	03714217
巻/号	311
掲載ページ	p. 16-25
発行年月	1983年6月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



水質環境と魚類の成長-VIII

——養鰻場の温室加温池における水質変動と生産量について——

千葉健治・ステファノ マルトラーノ
(東大水実)

Water quality as an environmental factor and growth of fish-VIII

Observation of water quality fluctuations and mechanism of production
in the culture of eel in greenhouse with heated water

Kenji CHIBA and Stefano MARTURANO

*(Fisheries Laboratory, the University of Tokyo)***Abstract**

An investigation was carried out in a certain fish farm in Aichi prefecture to clarify the present status and mechanism of eel production.

Water quality was observed continuously in 5 ponds with an interval of about 20 days from Dec. 1980 to July 1981. The results were obtained by interviewing the owner of the fish farm.

Results of water quality analysis confirmed that with the commencement of active feeding a marked increase was observed in $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$ and COD, and after reaching their maximum (peak), irregular fluctuations were observed.

Diurnal fluctuation in water quality was also observed for one day in June. Except the decreasing tendency in $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, and $\text{NO}_3\text{-N}$ levels which occurred while well water was supplemented, no distinct regular fluctuations were observed. Judging from low feed conversion efficiency in some ponds, the result of fish cultured in this farm was not satisfactory as a whole.

From the management records obtained from the fish farm owner, amounts of heavy oil and electric energy were estimated for one kg weight increase 4.6l—7.39l and 1.55—5.62 KWH, respectively, in the ponds in which normal or high feed conversion efficiency was observed.

はじめに

前報^{1,2)}では、愛知県の2地域のそれぞれ数養魚場について、温室加温養鰻池の一般的な池水水

質性状および養魚成績、池水中での酸素およびアンモニア態窒素の収支について報告した。この際、水質の性状については地域毎に観測された最高および最低値によってその範囲を示すにとどまった。

そこで本調査では、一養魚場の温室加温池について主として加温期間中の池水水質を継続的に観測し、その経時の変化を明らかにすると共に、その水質変動の下での養魚成績について聞取調査を実施した。ここにその調査結果について報告する。

調査養魚場および方法

調査を実施したのは、愛知県渥美町の一養魚場で、その5面の加温池について昭和55年12月より昭和56年8月まで調査を実施した。この間、大略20日に1回の頻度で池水の水質分析を実施した。採水箇所は各池とも餌場近くの水の流動の良好な場所とした。採水は通常給餌後の11時～11時30分の間に行った。分析・測定を実施した項目は、水温、pH、溶存酸素、アンモニア、亜硝酸一および硝酸態の各窒素、リン酸、COD などである。硝酸を除く各項目の分析・測定法は前報と同様である。硝酸態窒素については米国オリオン社製イオン分析計 model 407A および硝酸用イオン電極

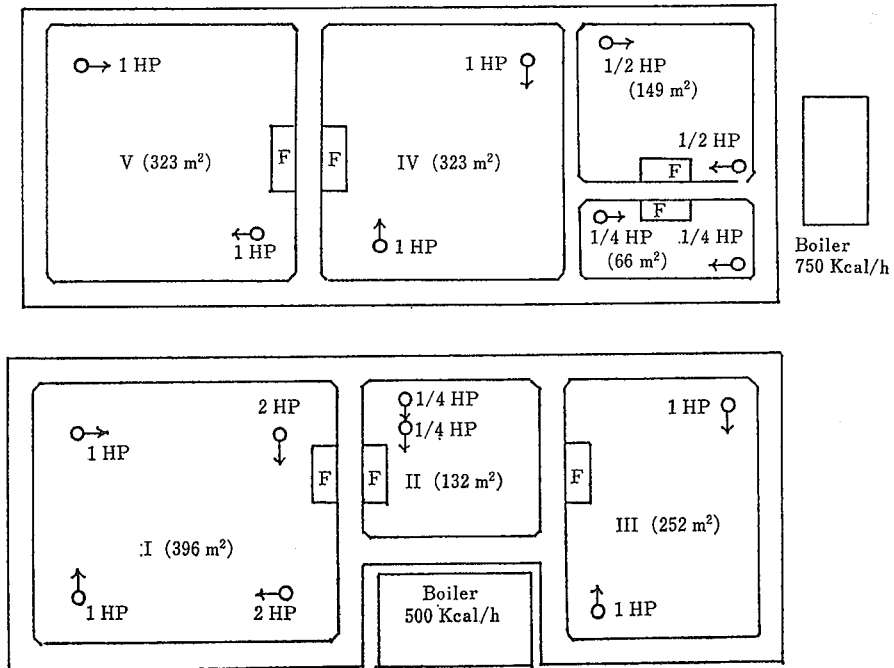
model 93-07 を用いて測定した。

放養量、取揚量、給餌量等については、池替えを行い池中の魚をすべて取揚げた際に聞取調査を実施した。

結果および考察

養魚場の概要 この養魚場は愛知県渥美半島の先端近くにあり、このあたりは地下水が比較的豊富でウナギ、アユ等の養魚場が点在する。

本養魚場は、屋外池4面(面積合計 2,376m²)および温室加温池7面(面積合計 1,642m²)を有している。屋外池は各池とも面積 594m² で、温室内の加温池の面積は最小 66m²、最大 396m² である。調査を行った養魚池を第1図に示した。温室は2棟あり、1棟は主としてシラス～新仔養成用で、他の1棟は食用ウナギの養成に用いられる。それぞれの棟にボイラーが設備されており、その能力は 750 kcal/h、500 kcal/h である。また各池には水車が設置されており、その設置位置および



第1図 調査対象養魚場の温室および養魚池配置図 ○：水車設置位置および水流の方向 F：給餌場所

Fig. 1. Arrangement of investigated ponds in greenhouse.

○： the place where a water wheel was installed and direction of water current, F: feeding place.

馬力数は図中に○印で示した。設置台数は1池に2～4台、総計16台14HPであった。シラス池2面を除く5面の養魚池を調査対象池とし、それぞれにI～Vの呼称を与えた。

この養魚場ではこれらの施設・設備を使い以下のようなウナギ養殖を実施している。すなわち、毎年2～3月にシラスウナギ20～30kgを元池に放養する。池水水温は28℃位に保たれ、シラスウナギは速やかに成長する。以後分養をくりかえしつつ飼育を行う。加温は6月初まで続けられる。6～7月梅雨も明け天候が定まり、加温池と屋外池との水温がほぼ等しくなった頃にウナギは屋外池へ移される。この頃までに成長の早いものは20g位、その他は3～10g程度に成長している。夏期を屋外池ですごしたウナギは20～30g程度に成長している。10月初～中旬頃までにこれらを温室加温池に移し、12月から加温を始める。順次、成長に応じ2月頃から取揚げて出荷し、8～9月頃までにほとんどすべてが出荷される。例年の総出荷量は14～18トン程度である。

井水水質 この養魚場には4mおよび8mの2

第1表 井水水質

Table 1. Quality of well water

項目 Item	井戸 Well	井戸-1 Well-1 (4m)	井戸-2 Well-2 (8m)
	Water Temperature	℃	21.1
pH		5.8	5.4
DO	%	—	—
NH ₄ -N	ppm	0.200	0.016
NO ₂ -N	ppm	0.01	0.01
NO ₃ -N	ppm	11.0	25.6
PO ₄ -P	ppm	0.077	0.016
COD*	ppm	1.09	0.49
Alkalinity	me/l	0.424	0.210
Na	ppm	39	31
K	ppm	5.0	3.5
Ca	ppm	63	50
Mg	ppm	14	23
Fe	ppm	ND	ND
SO ₄	ppm	98	112
Cl	ppm	93	54

種の井戸があり、その水質の分析結果を第1表に示した。両者の水質には多少の差異が認められるが、共通した特徴はpHがそれぞれ5.4、5.8と低いこと、アルカリ度も0.4、0.2ml/lと低く、またCa、Mg、Na、Kなどのミネラルの含有量の少ないことなどが挙げられる。この井水を用い流水でウナギを飼育すると、ウナギは粘液を多量に分泌し多数のへい死がおきる。これらは井水をカキ殻に十分接触させることで防止できるので、Ca等のミネラル含量の低いことと関係あるものと思われる。

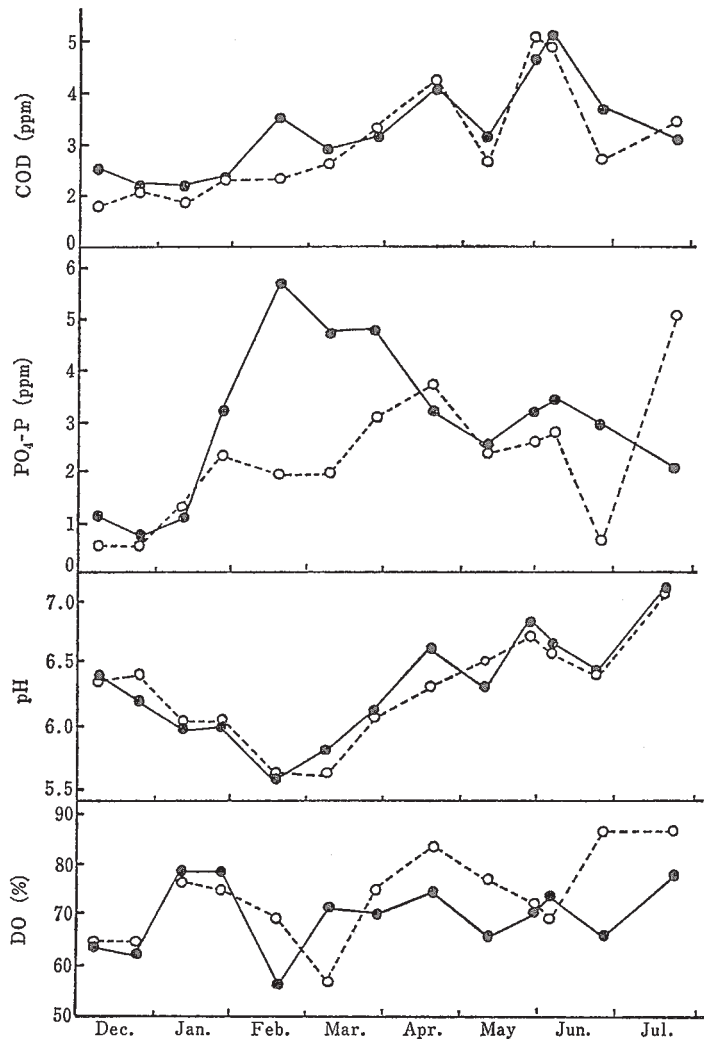
池水水質の経時変化 昭和55年は11月に屋外池から温室内池へのウナギの収容が終り、11月末から加温が開始された。

比較的長期間池を干し上げることなく飼育が続けられた食用魚養成用の2面の養魚池IおよびIIIについて水質の経時的変化を第2図および第3図に示した。

水温は養魚池IおよびIIIいずれも24.0℃程度に設定されており、それぞれ±1.0℃程度の変動はあるが、昭和55年12月から昭和56年4月まではほぼ一様の値を示した。加温を止めた6月以降は月を追ってゆるやかに上昇し7月23日にはそれぞれ25.8℃および26.8℃であった。

溶存酸素は養魚池Iでは2月19日、IIIでは3月9日の観測で飽和度60%以下を示すことがあったが、大略60～80%の範囲を変動し、特に飼育期間の経過と共に増大または減少の傾向は認められなかった(第2図)。

pHは初期の12月から2月の間は6.4から6.0へと低下し、2月19日の観測では養魚池IおよびIIIとも、それぞれ最低の5.6を示した。この際両池とも池水中にアミミドロの発生が、またこの時以降の観測では池水の植物プランクトン中 *Chaetophora* sp. が卓越しているのが認められた。2月19日以後pHは上昇の傾向があり、最終観測日の7月23日には両池とも最高の7.1を示した。このpHの変動傾向は必ずしも溶存酸素の変動傾向とは一致しないが、このpHの上昇は植物プランクトンの光合成・増殖と関連あるものと思われる(第2図)。



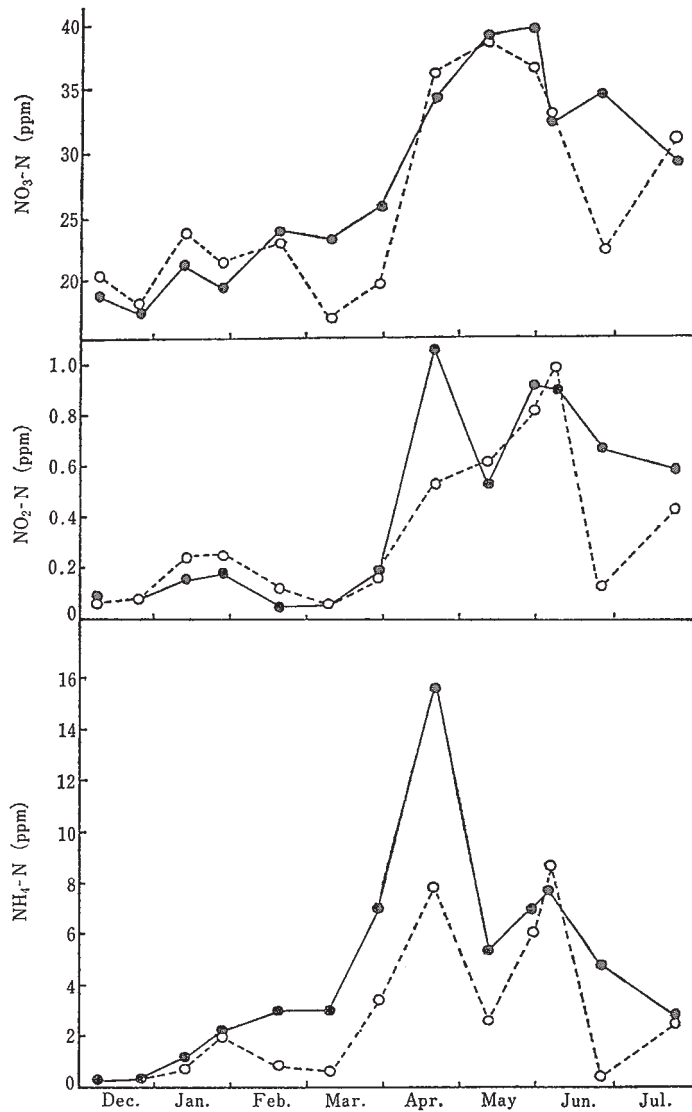
第2図 養魚池IおよびIIIの飼育期間中のDO, pH, PO₄-PおよびCODの変動
—●—はP-Iを, …○…はP-IIIを示す。

Fig. 2. Fluctuation of DO, pH, PO₄-P and COD in pond I and III observed in culturing period. —●— : P-I, …○… : P-III.

リン酸態リンは養魚池IおよびIIIでやや異なる変動を示した。両池とも初期12~1月の間は0.5~1 ppmと低い値を示したが、その後養魚池Iでは急激に増大し5.73 ppmに達した。一方、養魚池IIIでは漸増し4月には3.75 ppmとなった。両池ともその後漸減した。しかし養魚池IIIでは7月23日の最終観測日に5.05 ppmと高い値が観測され急激な増大が認められた(第2図)。

CODは両池ともほぼ同様の変動傾向を示し、多少の増減はあるが6月初旬までは飼育期間の経過と共に増大する傾向が認められ、養魚池IおよびIIIそれぞれ最高の8.27 ppm, 8.15 ppmが観測された。その後漸減した(第2図)。

アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素および硝酸態窒素の変動を第3図に示した。これらの変動は養魚池IおよびIIIで多少の差異はあるものの基本的



第3図 養魚池 I および III の飼育期間中の $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$ および $\text{NO}_3\text{-N}$ の変動。—●—は P-I を…○…は P-III を示す。

Fig. 3. Fluctuation of $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$ and $\text{NO}_3\text{-N}$ in pond I and III observed in culturing period. —●—: P-I, …○…: P-III.

にはほぼ同様の傾向を示した。

アンモニア態窒素は飼育初期の12月から1月の間は比較的低い2 ppm以下の値が観測され、3月から4月にかけて急増した。特に養魚池 I では最高 15.6 ppm が観測された。その後5月には両池とも減少し、以後不規則に増減した。

亜硝酸態窒素は初期には 0.2 ppm 以下であったが、アンモニア態窒素の急増が認められた4月には養魚池 I で急激に増加し 1.06 ppm が観測され、その後は大略 0.5~1.0 ppm の間を増減した。一方養魚池 III では6月上旬まで漸増の傾向が認められ、これ以後減少した。

硝酸態窒素は初期12月から2月までの間は大略15~24 ppmの間を増減し特に明確な増加または減少の傾向は認め難かった。しかしアンモニア態窒素、亜硝酸態窒素の増大が認められた4月には急激に増加しIおよびIIIでそれぞれ最高の39.5 ppm, 33.5 ppmが観測された。その後養魚池Iでは漸減し、IIIでは6月まで低下した後7月に再度増大するのが認められた。

これらの池水水質は、魚類よりの排泄、残餌・糞等の分解産物の蓄積、排水による搬出、注水による希釈などによって変動すると考えられる。

この年はウナギを加温池に収容した後、多くの池でいわゆる鰓腎炎が発生し、初期には水温はやや低い22℃程度に設定され、同時に給餌も制限された。このため池中へ入る有機物量は少なく、魚よりのアンモニア・尿素などの分泌・排泄、残餌・糞の量およびこれらの分解産物量などは当然少なかったものと推測される。これが初期の各水質項目が比較的低い値を示した理由と考えられる。その後鰓腎炎が終息し積極的な給餌が開始された3月以降種々の項目でその増大が認められたものと思われる。

また、5月以降それぞれの項目で増減が繰返され明確な傾向が認められないことの1つの理由は換水にあると思われる。毎日1回池の状態に応じ1/3~1/4の換水が行われ、かつ途中取揚・出荷な

どが行われると多くの場合その翌日に1/2以上の換水をすることもあり、これが観測値の大きな変動に関連するものと推測される。

上記の養魚池IおよびIIIを含め全調査対象池での飼育期間内で観測された水質各項目の最大および最小値を第2表に示した。

水温は食用ウナギ養成用池I~IIIは24℃に、新仔養成用池IVおよびVではやや高く26℃に設定されており多少異なるが、個々の池での水質の変動の様子は基本的には養魚池IおよびIIIと同様であった。すなわち、pHは比較的低く *Chaetophora* sp. などの植物プランクトンが出現しても著しく高くなることはなかった。また溶存酸素も過飽和となることはなく、多少の例外はあるが大略60~90%の範囲内にあった。アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素などの最高値は従来の止水池に比較して著しく高い値が観測され、硝酸態窒素は養魚池Vに多少例外は認められるものの井水中の硝酸態窒素濃度より高い値が観測された。

日周変化 養魚池IおよびIIIについて昭和56年6月4日11時より翌5日14時まで、23~5時の間を除き昼間1時間毎、夜間2時間毎に観測を行った。観測・測定を実施した項目は、水温、pH、溶存酸素、アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素および硝酸態窒素の6項目についてである。これらのうち水温とpHを除く4項目についての変動を第

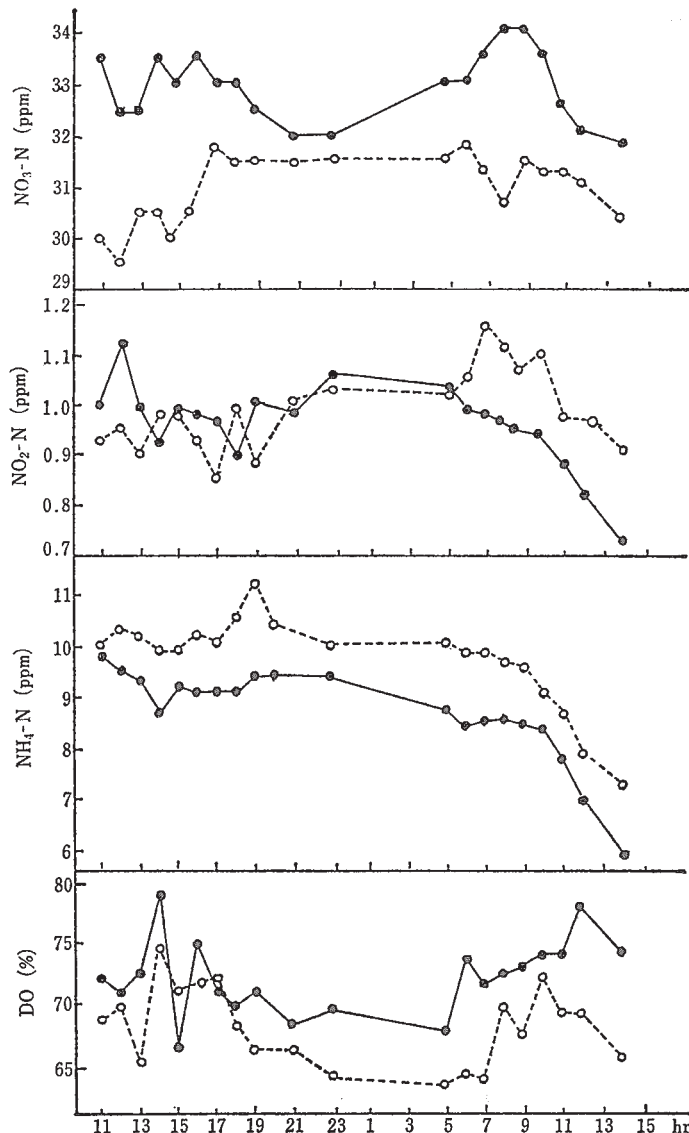
第2表 各養魚池で飼育期間中に観測された水質の変動範囲

Table 2. Water qualities of culturing ponds in greenhouse

項目 Item	養魚池 Pond						
		I	II	III	IV	V	VI
Water Temperature	°C	22.6—26.4	23.2—26.4	22.8—25.9	22.6—26.2	22.1—24.0	25.2—27.2
pH		5.6—7.1	5.9—6.6	5.6—7.1	5.9—6.5	5.4—6.5	6.3—7.4
DO	%	56.4—78.9	51.5—87.6	57.0—77.0	63.6—90.1	63.8—86.8	67.1—90.8
NH ₄ -N	ppm	0.23—15.6	0.15—5.50	0.10—10.0	0.10—2.00	0.10—0.80	0.50—7.00
NO ₂ -N	ppm	0.06—1.06	0.13—0.70	0.06—0.97	0.06—0.36	0.02—0.20	0.18—3.40
NO ₃ -N	ppm	17.7—39.5	16.4—36.7	17.0—33.5	15.2—34.5	21.3—23.1	19.5—30.0
PO ₄ -P	ppm	1.11—5.73	0.65—2.50	0.50—5.05	0.48—1.96	0.65—2.81	0.44—1.48
COD*	ppm	2.27—8.27	1.45—5.45	1.52—8.15	1.23—4.11	1.57—2.52	1.28—5.62

* 試水は孔径0.45μのグラスフィルターで濾過。

* Sample was filtered by 0.45μ glass filter.



第4図 養魚池 I および III の1981年6月4日～5日における DO, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$ および $\text{NO}_3\text{-N}$ の日周変動。—●—: 養魚池 I, ...○...: 養魚池 III

Fig. 4. Diurnal fluctuation of DO, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$ and $\text{NO}_3\text{-N}$ in ponds No. I and III which were observed on June the 4th-the 5th in 1981. —●—: pond I, ...○...: pond III.

4図に示した。

溶存酸素は1日を通じ大略62～78%の間を変動している。6月4日13時から17時の間両池とも不規則な変動が観察されるが、夜間にはそれぞれやや低下し、翌日早朝から養魚池 I では12時、IIIで

は10時まで増大した。このような温室加温池では酸素の主たる供給は水車によると考えられている²⁾。この観測では小さい幅ではあるが日中増大、夜間減少の変動が認められ、これは池水中の *Chaetophora* sp. の光合成の影響によると考えられ

る。また養魚池Ⅰで12時以降、Ⅲで10時以降溶存酸素の低下が認められる。これは池水排水後の10時～13時の井水給水時に当たる。井水の溶存酸素量は注水口での測定では通常20%程度が観測されるので、この低酸素井水の供給が1つの原因と思われる。

アンモニア態窒素は両池とも良く似た変動を示した。すなわち、6月4日11時から6月5日早朝まではあまり顕著な変動はなく、養魚池Ⅰでは8.5～10.0 ppm、Ⅲでは10.0～11.2 ppmの間ではほぼ様な値を保ち、以後やや漸減し、特に10時以降急激な低下が認められた。最終観測時の14時にはⅠでは5.9 ppm、Ⅲでは7.2 ppmであった。この急激な低下は井水注水時と一致しているので、注水による希釈であろうと考えられる。

亜硝酸態窒素は養魚池ⅠおよびⅢでそれぞれ異なる変動を示した。すなわち、6月4日11時までⅠでは0.90～1.12 ppm、Ⅲでは0.85～0.99 ppmの間を変動するが、特に増加または減少の傾向は認められない。夜間は両者ともわずかに高い1.02～1.05 ppm程度を示し、早朝からⅠでは漸減し14時には0.72 ppmを、Ⅲでは一度増大し7時に

1.13 ppmを示した後低下し14時には0.91 ppmを示した。この場合もアンモニア態窒素の際と同様、井水給水時に両池とも濃度低下が認められる。

硝酸態窒素も2つの養魚池で異なる変動を示した。すなわち、養魚池Ⅰでは6月4日11時より19時までの間32.5～33.5 ppmの間で不規則に変動し、夜間は32 ppm程度を示した後早朝から9時～10時に34 ppmに達し、その後14時には31.8 ppmに低下した。養魚池Ⅲでは11時より17時まででは変動はあるものの30.0 ppmから31.8 ppmへと増大し、以後31.5 ppm程度が早朝5時まで続いた。5時から9時までの間1度減少増加をみた後減少するのが観測され、14時には30.5 ppmを示した。この場合も井水注水時に両池とも濃度低下が観測された。

これらのアンモニア態一、亜硝酸態一、および硝酸態窒素の変動に關与する要因は前述のように魚よりの排泄、残餌・糞などのバクテリアによる分解、排水による排出、注水による希釈などが考えられるが、これらの水質各項目の日周変動相互の関連性を合理的に説明することは困難である。しかしながら、これらの水質変動を巨視的にとらえ

第3表 養 魚 成 績

Table 3. Results of eel culture in heated water pond in greenhouse

項目 Items		Fish Pond	I	II	III	IV	V	VI
池 面 積	Pond area	(m ²)	396	132	252	323	323	323
飼 育 期 間	Culturing period (calendar month)		'80.12.1	'80.11.30	'80.11.29	'80.12.1	'80.11.30	'81.4.12
初 期 放 養 量	Amount of fish stocked (initial)	(kg)	'81.8.18	'81.5.23	'81.6.12	'81.5.19	'81.1.17	'81.7.31
追 加 放 養 量	Amount of fish restocked	(kg)	4,100	355	1,550	335	0	265
総 放 養 量	Total amount of fish stocked	(kg)	6,576	910	2,532	835	520	417
初 期 放 養 密 度	Initial stocking density	(kg/m ²)	6.25	4.20	3.90	1.55	1.61	2.13
途 中 取 揚 量*	Intermediate harvest*	(kg)	7,782	1,320	1,700	240	0	1,010
取 揚 量	Harvest	(kg)	300	580	2,030	825	510	635
死 亡 魚	Dead fishes	(kg)	363	45	53	77	22	2
総 給 餌 量	Amount of feeding	(kg)	7,139	1,276	2,536	1,155	30	2,134
餌 料 効 率	Feed conversion efficiency (%)		26.18	81.11	49.33	26.58	40.00	57.64
1 kg 増重に要する	For 1 kg body weight increase							
重 油 消 費 量	Heavy oil	(l)	7.74	4.61	7.39	37.22	168.87	1.95
電 力 消 費 量	Electric energy	(KWH)	19.53	1.55	5.62	19.42	84.81	4.63

* 出荷および分養

*Harvest for sale or transfer to other ponds

ると、通常の1日に池水の1/4~1/3を換水する状態では、特定の水質項目の顕著な増減を示すことなくゆるやかにその濃度を変えながら翌日に移行すると考えてよいだろう。

養魚成績 各池の養魚成績をとりまとめ第3表に示した。養魚池面積および飼育期間も併せて記した。

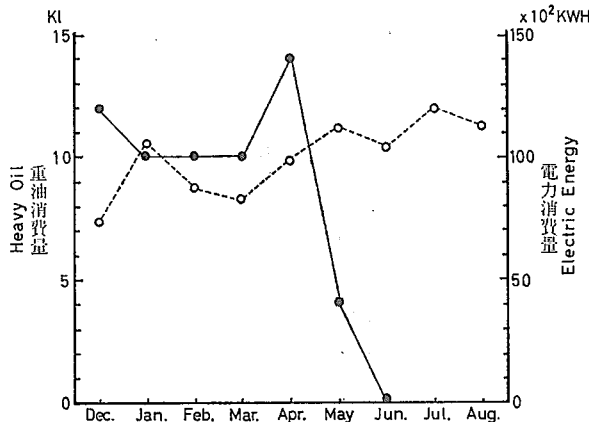
一般に養魚成績を正しく評価するのは容易なことではない。すなわち、初期の放養以外に追加放養もあり、また最終の取揚以外にも途中での分養、出荷などがあり、単純な取揚量、増重率、増重速度などがそのままでは評価の基準とはならない。そこで一般的に成績を反映するとされている餌料効率にのみ注目して評価することとする。温室加温池の場合にも餌料効率は60%が普通とされているので、本養魚場の養魚池IおよびIVでは26%台で著しく低いと考えられ、IIIおよびV(4月~7月)は50~60%程度でほぼ通常と等しい値を示し、IIは81%と良好な値を示した。養魚池V(11月末~1月中旬)では520kgの放養量に対し給餌量は僅か30kgであり、この餌料効率40%は養魚場でのウナギ秤量の精度から考えるとあまり参考にはならないと考えられる。また養魚池IおよびIVなどのように効率の低い池があるのは、鰓腎炎の

発生のため初期に給餌を制限したことに関係があるのではないかと考えられる。

また動力用電力および加温用B重油の消費量についても聞取調査を実施し、各月のそれぞれの消費量を第5図に示した。

電力消費量は12月は7,314KWHと最低を示したが、1月から6月までの間は800~1,100KWHの間を変動し、7月および8月はやや高くそれぞれ12,075KWH, 11,273KWHを示した。この7月および8月の電力消費量の増大の理由は明らかではないが、成長に伴う収容密度の増加が毎日の換水量を増やす必要を生じ、したがって給水に要する電力の増大を招くこともありうると思われる。

加温用A重油の消費は加温開始時の12月にはやや多く12klであった。1月から3月の間は10klと変わらず、4月には最高の14klを消費した。5月には4klと急激に減少し、6月には加温が行われなかったため消費量は0となった。養魚場主によれば加温開始時の12月にはボイラーの調整運転などもあり、重油の過剰の消費があったという。これが初期12月に重油消費量のやや高い理由の1つとなっていると考えられる。また4月の消費量の増加はシラスウナギの成長に伴い分養が行われ、高い水温に設定される新子養成池の使用面数の増



第5図 飼育期間中の重油および電力消費量。 —●— : 重油, ...○... : 電力

Fig. 5. The amount of monthly consumed heavy oil and electric energy during the culture period. —●— : heavy oil, ...○... : electric energy.

加によるものと思われる。

また昭和55年12月から昭和56年5月までの重油の消費量および12月から8月までの電力消費量を、重油は池の面積割合で、また電力は設置した水車の延馬力割合で、それぞれの池で消費されたものと仮定して、1 kg 増重当たりの重油および電力消費量を試算し第3表に併記した。

1 kg 増重当たりの重油消費量は1.95~168.87 l の間にあった。ただしこの最大値168.87 l を示した養魚池V(11月-1月)は餌料効率の際にも触れた給餌および増重の少ない池で、この値は正常な値ではないであろうと考えられる。また1.95 l を示した養魚池VI(4月-7月)は飼育期間中に重油を使用していない月を含むため過小に推定されていることになる。そこで飼育期間中加温を行い、かつ餌料効率も標準的な50~80%の養魚池IIおよびIIIについてみると、1 kg の増重に4.61~7.39 l の重油が消費されたことになる。この値は阿井ら³⁾がシラスウナギについて示した値 5.2~19.7 l とほぼ同様である。

また電力については前述の理由で養魚池V(11月-1月)の結果を除外すると1.55~19.53KWHの電力が1 kg の増重に消費されたことになる。

結局、餌料効率の高い養魚池では1 kg 増重に要する重油および電力は少なく、反対に餌料効率の低い池ではそれぞれの消費量は多くなる。本調査の場合、順調に飼育が行われた養魚池IIおよびIIIの例では、1 kg 増重当たりの重油および電力消費量はそれぞれ4.61~7.39 l, 1.55~5.62KWH

であった。一般に温室加温養鰻法ではこの程度またはこれ以下の重油および電力の消費があるものと考えてよからう。

要 約

1) 愛知県渥美町にある1養鰻場の温室加温池5面について昭和55年12月より昭和56年7月まで継続して池水水質の観測を実施するとともに、あわせて養魚成績について聞取調査を実施した。

2) ウナギを養魚池に収容後積極的な給餌が開始されるとともに、アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素、リン酸態リンおよびCODなどの増大が認められた。その後これらは不規則な変動をくりかえした。

3) 水質の日周変動についても観測を行った。アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素などで井水給水と共に濃度低下を認めた外は日周変動に顕著な傾向は認められなかった。

4) 1 kg 増重に要した重油および電力消費量は比較的良好な養魚成績の場合、それぞれ4.61~7.39 l, 1.55~5.62KWH と推定された。

引 用 文 献

- 1) 千葉健治(1980): 水質環境と魚類の成長—V. 温室加温養鰻池の水質と生産について. 本誌 28(1). 39~45.
- 2) 千葉健治(1980): 水質環境と魚類の成長—VI. 温室加温養鰻池の酸素およびアンモニア態窒素の収支について. 本誌28(1). 44~55.
- 3) 阿井敬雄・山下一臣(1980): 養鰻池の実態. 養鰻飼育管理方式開発調査報告書 12~29.