養鰻池における憩場の形式とその効果*

稲葉伝三郎・上原良吾

(1962年4月27日受理)

ON THE TYPES AND ROLES PLAYED BY THE
RESTING POOL OF EEL-POND.

Densaburo INABA and Ryogo UEHARA**

Since the previous report in 1953¹⁾, the use of the resting pool in eel-pond has become popular, and almost all the eel-ponds in Kawashiri district (Fig. 1) are now equipped with it. The 86 eel-ponds at the district out of 204 were observed as to the size, area, water supply and utilization of vertical pump and agitator. For the 12 resting pools of different types selected, studies were made on diurnal change of water temperature, dissolved oxygen, $\text{NH}_4\text{-N}$ etc. Results are summarized as follows:

1. The resting pools are generally 40~70 cm in depth and take increasingly a form of rectangle and are supplied with well water mixed from creek (Table 1).
2. The resting pools measure 50~60 m² in surface area or about 1.3% to 4,500 m² of the rearing ponds.
3. The resting pools may be divided into 3 types by their water circulation: the running water type (Fig. 2), semi-circular type (Fig. 3) and circular type (Fig. 4).
4. During summer time, the water of creek or well supplied 40~70 l/sec. in the pools at night, kept the temperature of pool water 4~6°C lower and the dissolved oxygen 0.9~3.8 cc/l higher than those of the rearing pond.
5. There are no apparent trouble or difficulty in keeping 3.2~12 tons of eel in a resting pool of 50~60 m² at night which is supplied with above mentioned amounts of water and it saves safely the eel from their "gulping".

緒 言

養鰻池内に憩場を設けることにより、鼻上げや水変りのときの被害を軽減し、かつ生産量を増加させるのに役立つことが知られている^{1), 2), 5), 6)}。憩場は、使用水の豊富な静岡県吉田町川尻地方に発達したものであるが、この地方も近年養鰻池の増加、使用河川水量の減少あるいは農薬による被害を避けるためなどにより井戸水を利用することが多くなってきた。またウナギを取上げる時も夜間ウナギが憩場内に集つたときに敷網をおいて行なつたり、昼間ウナギを取上げて選別の目的で一時網生州を入れて蓄養するためにも利用されるようになった。これらの目的に応じて、憩場の大きさ、形、水の取入れ方法および水の循環方法などが初期の頃^{1), 5)}に比べて変化し、水利の不便な地方においても利用され易い形式が多くなつてきている。

これら憩場の形式や効果を知る目的で、1960年秋以来調査をつづけているが、1961年夏までに川尻地方の養鰻池について調べたものについて、2, 3の知見をえたので、ここに報告する。

本調査には海貝征二・金子次男・増田文吾の3氏に種々御協力をいただいた。榛原養殖漁業協同組合の久保田祐次組合長ならびに組合員各位には御便宜を賜つた。また本研究費用の一部は文部省科学研究費によつたものである。本文に入るに先立ち深く感謝の意を表する。

方 法

吉田町川尻地方には Fig. 1 に示すように、現在 204 面の養成池と数面の原料池があつて、上流側から京

* 昭和 36 年 10 月 18 日、日本水産学会秋季大会にて発表。

** 東京水産大学 (Tokyo Univ. of Fish., Shiba Kaigandori 6, Minato-ku, Tokyo, Japan).

Fig. 1. The distribution map of the eel-pond at Kawashiri district, Yoshida, Shizuoka Prefecture. Letters show the area of the district; A. Kyoda-kami, B. Kyoda-shimo, C. Terada, D. O:subo, E. Hirashima-kami, F. Hirashima-shimo, G. Nishigahara-kami, H. Nishigahara-shimo. Figures show the number of ell-pond, and asterics show the eel-pond observed.

田上・下, 寺田, 大坪, 平島上・下, 西河原上・下の8地区に分かれている。これら8地区にある養鰻池より, 各区平等になるよう86面を選び, 養成池の面積, その憩場の面積・形・深さ・水の循環方法・利用水源・動力などを調べた。さらに憩場の形式の異なる12面について, 水温, pH, 溶存酸素量, アンモニア量などの時間的変化を養成池と憩場内とについて比較し, 動水機やバッチカルポンプの使用時の変化についても調べた。

溶存酸素量はウインクラール法, pHは比色法, アンモニア量はネスラー試薬による呈色を光電比色計により測定した。

結果および考察

1. 憩場の形式 憩場の面積は養成池の面積, 飼育数量および使用水量などを考慮して定められるのであるが, 今回調査の86面については20~135m²の範囲で平均56.1m²であった。これをそれぞれの養成池の面積(2195~9072m²)と比較すると0.55~3.21%となり, 平均1.24%となっている。憩場の深さは養成池をそのまま用い約40~70cmであるが, 測定した11池の平均は58.6cmとなり, 憩場の容積は20~50m³で平均33m³であった。その形は正方形, 長方形, 台形, 扇形, 半円形, 三角形, 五角形, 六角形などであるが, 近年動水機やバッチカルポンプなどを利用して憩場の効果を高めるために長方形のものが多くなる傾向がある(Table 1)^{*}。利用水源は前報¹⁾のときは河川水のみであったが, 今回の調査ではTable 1に示すように, 河川水のみを利用するものは僅か8面, 9.3%となり, 約63%, 56面が河川水と井戸水とを併用している。とくに下流側の西河原地区では, ほとんどが井戸水のみか, 井戸水を主として河川水をほんの少し混用するに過ぎない程度になっている。川尻地方の養鰻池は大体4500m²に約10トンのウナギを収容するものが多いが²⁾, 憩場に利用する水量は毎秒約22~70lであった。この地方の井戸一つからバッチ

Table 1. The distribution of the form, water supply and type of water circulation in the resting pool of eel-pond at Kawashiri districts, Shizuoka Prefecture.

Name of Area		Kyoda-Kami	Kyoda-Shimo	Terada	Otsubo	Hirashima-Kami	Hirashima-Shimo	Nishigawara-Kami	Nishigawara-Shimo	Total
Nos. of eel ponds observed		9	14	10	10	9	10	10	14	86
Form of resting pool	Rectangle	4	5	8	8	4	6	9	6	50
	Square	0	1	1	2	3	0	0	2	9
	Triangule	2	1	1	0	0	0	0	1	5
	Fan shape	2	1	0	0	0	2	0	3	8
	Trapezoid	0	5	0	0	1	1	1	0	8
	Others	1	1	0	0	1	1	0	2	6
Water supply	Creek	2	4	0	0	1	1	0	0	8
	Well	0	0	0	0	0	0	9	13	22
	Creek + Well	7	10	10	10	8	9	1	1	56
Type of water circulation	Running water	3	6	5	5	5	2	1	0	27
	Semi-circular	5	2	2	3	1	4	2	6	25
	Circular	1	6	3	2	3	4	7	8	34

* 憩場の注水部に通常ストックと呼ぶ細長い水の流通のよい場所(多くはコンクリート造り)を付設するものもある。

Fig. 2. Upper figures illustrating four examples of resting pool (running water type). Figures are same as in Fig. 1; W-Well, a-agitator.

Lower figure diurnal change of water temperature, dissolved oxygen and $\text{NH}_4\text{-N}$ in the resting pool and the rearing pond No. 112 measured on 29~30, Aug., 1961. Hatches show the area eel swarmed at night in the resting pool. A-E show the points of measurements. WT-Water temperature.

用河川水の少ない地域に見られるものであるが、今回の調査では 34 面、39.5% となり、この形式のものが増加していることを示している。これらの動力は機械 1 台につき 1 馬力のものが大部分であるが、井戸からの揚水には 2~3 馬力を用いている。発動機を用意しているが、多くは電力によるものである。その使用量は使用機械数により 1 月 2,000 KW を越すものもあるが、最多月でも 500~1,000 KW のものが多い。

2. 鰻場の効果 これら鰻場の形式の異なるものについて、流水式 4、半循環式 4 および循環式 4 を 8 月中に水温、pH、溶存酸素量などの日変化を 2 時間おきに調べ、結果の一部を Figs. 2~4 の下段に示した。

8 月における飼育池の水温日変化は 14~16 時に最高の 30~32°C を示し、4~6 時に 25~28°C に低下するのが普通である^{1),4)}。今回の観測した飼育池の水温は、20 時において、25.4~30.2°C を示したが、鰻場内

カルポンプを用いて汲み上げられる水量は毎秒 15.6~24.5l であつたから湧水量の多い井戸が 2~3 あれば、ほぼ鰻場の利用水量を満たすことになる。河川水を十分利用できる養鰻池でも、夏多くの池が同時に鼻上げをする場合には河川水が不足することがあるので、2~3 の井戸を併設するものが多くなっている。また鰻場内の溶存酸素量を増加させるためと使用水量を節約するために、鰻場内に動水機、バッチカルポンプまたはヒュガルポンプを 1~2 台設置するものがある。これらを水の循環方式から見ると、便宜上流水式、半循環式および循環式の三つに大別することができる。

流水式はすでに報告¹⁾ したように河川水の豊富な地域にできたものであつて、河川水または井戸水だけを流入させるものである。この形式のものには鰻場内に 1~2 の動水機を設けたものもあり^{5),6)}、今回の調査では 27 面、31.4% を占めていた (Fig. 2)。半循環式は鰻場の中または注水口にバッチカルポンプを設置して、その中の水の一部を循環させるものであつて (Fig. 3)、今回の調査では 25 面、29.1% を占めていた。循環式は鰻場内の排水口に近いところに 1~2 台のバッチカルポンプかヒュガルポンプを設置して、一度使用した水を再び利用する形式のものである (Fig. 4)。この形式は使

では河川水 (20.2~23.8°C) または井戸水 (18.3~21.5°C) を注入すると、その注入量に応じ多少の遅速があつても、次第にその使用水の水温まで低下してくる。4 時における両者の水温差は 3.8~6.5°C を示し、0~6 時の間でも 4~5°C の差が常に見られた (Figs. 2~4)。

溶存酸素量の日変化は日中は植物プランクトンの同化作用によって、10cc/l (200%) 以上にも達するが、18 時から 4 時頃まで急に減少し、0 時頃に 1cc/l (16%) 内外となることが多い¹⁾。飼育池の酸素量の減少に伴つてウナギは次第に鰻場内に入るのであるが、多くは 22 時頃であつて、飼育池の酸素量はときには 1.7~3.0cc/l (Ⅱ, 150 号池) が観測されたが、1cc/l くらい的时候が多かつた。ウナギの鼻上げは飼育池の酸素量が 1cc/l のときに見られることとよく一致していた⁴⁾。測定した 12 の飼育池の 0~6 時の酸素量は 0.16~1.34 平均 0.52cc/l (2.7~24.4%) であつたが、鰻場内は推定 5~10 トンのウナギが入っていたのにもかかわらず 0.93~4.36 平均 2.83cc/l (14.7~70.3%) の値を示した。鰻場内への通水量は大体 40~70l/s であつた。このように鰻場内では飼育池に比べ水温が低く、酸素量が多く、かつその内の水が常に流動しているので、狭い面積内においても多量のウナギを安全に保つことになる¹⁾。たとえば 114 号池の 0~6 時の観測結果 (Fig. 4), 平均水温は飼育池 26.4°C, 鰻場 22.0°C で 4.4°C 低く、平均酸素量は飼育池 0.42cc/l, 鰻場 4.1cc/l で約 3.7cc/l 多く、その通水量は毎秒約 57l (井戸水 28+河水 29) であつた。ウナギの酸素消費量は 25°C において 50g のもので 76, 100g のもので 62cc/kg/h が妥当な値とされるので⁸⁾*, この値と上記の 114 号池の酸素量からウナギが鼻上げをする 1cc/l** になるまでの差が、全てウナギの呼吸に使用しうるとして計算すると 1 尾平均 50g として約 8.5 トン, 平均 100g として約 10.5 トンのウナギの呼吸に支障がないことになる。観測した 12 の池の鰻場について同様に計算すると平均 50g の

Fig. 3. Upper figures illustrating four examples of resting pool (semi-circular type). Figures are same as in Fig. 1; W-Well, a-agitator, v-vertical pump.

Lower figure diurnal change of water temperature, dissolved oxygen and $\text{NH}_4\text{-N}$ in the resting pool and the rearing pond No. 38 measured on 16~17, Aug., 1961. Hatches show the area eel swarmed at night in the resting pool. A-D show the points of measurement. WT-Water temperature.

たたとえば 114 号池の 0~6 時の観測結果 (Fig. 4), 平均水温は飼育池 26.4°C, 鰻場 22.0°C で 4.4°C 低く、平均酸素量は飼育池 0.42cc/l, 鰻場 4.1cc/l で約 3.7cc/l 多く、その通水量は毎秒約 57l (井戸水 28+河水 29) であつた。ウナギの酸素消費量は 25°C において 50g のもので 76, 100g のもので 62cc/kg/h が妥当な値とされるので⁸⁾*, この値と上記の 114 号池の酸素量からウナギが鼻上げをする 1cc/l** になるまでの差が、全てウナギの呼吸に使用しうるとして計算すると 1 尾平均 50g として約 8.5 トン, 平均 100g として約 10.5 トンのウナギの呼吸に支障がないことになる。観測した 12 の池の鰻場について同様に計算すると平均 50g の

* Dam は 4.44cc/kg/h を⁸⁾, 角皆・久保田⁷⁾らは 38cc/kg/h の値を示している。これらの値では鰻場内のウナギの収容量がさらに多くなる。

** 観測した 12 の鰻場の排水口付近での最低酸素量平均は 0.88cc/l (0.38~1.78) であつて、1cc/l 内外までに利用されるものと思われる。

Fig. 4. Upper figures illustrating six examples of resting pool (circular type). Figures are same as in Fig. 1; W-Well, a-agitator, v-vertical pump.

Lower figure diurnal change of water temperature, dissolved oxygen and $\text{NH}_4\text{-N}$ in the resting pool and the rearing pond No. 114 measured on 8-9, Aug., 1961. WT-Water temperature.

ウナギの場合は約 3.2 トン (108 号池)~9 トン (122 号池), 平均 100g として約 4.5 トン~12 トンを鰻場に収容するのに支障を生じないことになる。

pH の値の日変化は酸素量の増減によつていちじるしく異なり, 日中は 9 以上の値を示すが, 夜間は 7 内外となることが多い^{1), 2)}。鰻場内は使用水の 6.5~7.0 の値に近く, 6.8~6.9 を示すことが多かつた。

アンモニア量は飼育池において, ときには 4 ppm を越えることがあつたが (117, 150 号池), 多くは 2 ppm

内外で日変化はとくにいちじるしいものは見られなかつた。井戸水の 29 の調査では、いずれも 0.02 ppm 以下であつた。鰻場内では、ウナギの多く集つた 22~2 時頃に一度増加するが、その変化はウナギの集合や活動状態に左右され必ずしも一定した傾向は見られなかつた。鰻場内のアンモニア量は 1~2 ppm 内外で、飼育池より少なく両者の差が 1~2 ppm であることが多い。

摘 要

静岡県吉田町川尻地方の養鰻池 204 面から 86 面を選び 1960 年秋より 1961 年夏の間に、その鰻場について水深・形・面積・利用水源・使用動力などから形式を分けた。それらの形式の異なる 12 について、水温・pH・溶存酸素量・アンモニア量などの日変化からその効果を調べた。その結果次のことを知つた。

1. 鰻場は水深 40~70 cm であつて、形は長方形、河川水と井戸水を水源に併用するものが多くなつた (Table 1)。
2. 鰻場の面積は飼育池 4,500 m² に対し 50~60 m²、飼育池面積に対し 1.3% くらいが適當である。
3. 鰻場の形式は水の利用方法から流水式 (Fig. 2)、半循環式 (Fig. 3) および循環式 (Fig. 4) に大別できる。
4. 鰻場内だけに夜間河川水または井戸水を毎秒 40~70 l 注入させれば、飼育池に比べ水温は約 4~6°C 低く、酸素量は約 0.9~3.8 cc/l 多く保つことができる (Figs. 2~4)。
5. この注入水量によつて夜間ウナギ約 3.2~12 トンを鰻場に収容するのに支障が生じない。したがつて飼育池のウナギを鼻上げから安全に保護することができる。

引 用 文 献

- 1) 稲葉伝三郎：養鰻池の“水変り”予防に関する研究—I. 鰻場の効果，本誌，18 (10)，(1953)。
- 2) ———：養鰻池の水変りについて，養鰻シンポジウム，日水学会中部支部 (1955)。
- 3) ———・鳥羽山照夫・上原良吾：養鰻池の底質と生産との関係，水産増殖 6 (4)，(1959)。
- 4) 板沢靖男：ウナギの鼻上げ時の水中酸素量，本誌，26 (10)，(1960)。
- 5) 久保田三郎：養鰻池のプールの考案と改良について，鰻 創刊号，静岡県養鰻研究会 (1958)。
- 6) ———：養鰻池の鰻場（プール）について，水産増殖 6 (4)，(1959)。
- 7) 角皆英明・久保田伸三：養殖ウナギのイケジメについて，水産増殖 6 (4)，(1959)。
- 8) 江草周三：養殖ウナギの酸素消費量について，魚類学雑誌 7 (2/3/4)，(1958)。