

十勝川水系におけるサケ・マスの人工再生産 効率向上に関する研究-I

打内蓄養池のサケ蓄養条件と使用率について

婦山雅秀 小林明弘

Studies on the Effective Promotion of Artificial Salmon
Production in the Tokachi River System-I

Utility and Surrounding Conditions in the Chum Salmon
Production of the Utsunai Holding Pond

Masahide KAERIYAMA* and Akihiro KOBAYASHI**

Abstract

Utility and surrounding conditions, including a water quality, in the chum salmon (*Oncorhynchus keta*) production at the Utsunai holding pond were examined in 1974 and 1975, in order to promote effectively the artificial salmon production in the Tokachi River System.

The Utsunai holding pond, located about 4 km upstream from the mouth of the Utsunai River, a branch of the Tokachi River, have born most important part as holding and egg-taken station in the artificial chum salmon production of the Tokachi River System. Recently, great numbers of maturing chum salmon into the Utsunai holding pond, however, became died without an accomplishment of their full maturation followed an egg-taken procedure.

Utility rate of female, estimated as a percentage of egg-taken fish to total catch of female, in the Utsunai holding pond was 47.2% in average through 1954 to 1975. There was the opposite correlation between the utility rate of female and the water temperature in October from 1954 to 1975. Namely, it was understood that fish-holding in higher water temperature resulted in higher mortality, or lower utility rate, of female.

A pollution in the Tokachi River have been progressed for the last 3 years. Diurnal fluctuation of the turbidity, thick in daylight and thin in night, was observed in surrounding water of the Utsunai holding pond, which was probably derived from riparian works and gravel collection in the Tokachi River.

Water flow in the Utsunai holding pond did not change diurnally and was kept the almost same volume of about 600 m³/min during the recent 5 years. Water level and current, however, changed diurnally from the maximum and minimum at the high tide to the minimum and maximum at the ebb tide, respectively. Direction of the water current changed within a short period of time. Bottom

北海道さけ・ますふ化場研究業績 第250号

* Hokkaido Salmon Hatchery, Sapporo.

** Tokachi Branch, Hokkaido Salmon Hatchery, Obihiro.

mud from the pond absorbed gradually the dissolved oxygen in the water as it was stirred *in vitro*.

The values of Cl^- and conductivity in surrounding water of the pond were at about 7 ppm and 0.2-0.6 m Ω /cm, respectively, showing no intermixing of seawater.

Holding fish received fall-off of scales, abrasion of skin and some stress from the touch by the dragent or human hand, and were confined in the narrow live box for long times, through the retention into the pond from catch of fish in the mouth of river. Lack of shading sheet as a rest or hide place of fish in the holding pond was also considered to cause physio-ecologically a bad effect for holding fish.

Consequently, it was considered that the low utility rate of female in the Utsunai holding pond was due to, firstly, the heavily stress and injurys of fish through the retention into the pond from the catch of fish, and, secondly, the impediments of turbidity and unbalanced current in the pond.

まえがき

現在、北海道で行なわれているサケ・マス (*Oncorhynchus* 属) の人工増殖事業は河川沿線の開発強化、産業の発展により種々の制約や影響を受け、特に、採卵用親魚の捕獲場所が下流域にある河川においては未熟親魚の捕獲、そして成熟するまでの長期間の蓄養という条件が加わるため、河川性状の変化から受ける影響は著しく大きい。

十勝川本流での産卵湖上サケ親魚の捕獲は、主に、打内、千代田において行なわれ、なかでも、打内は河口域で捕獲するため、未熟親魚の捕獲が多く、その附設の蓄養施設の規模は大きい。打内蓄養地は、十勝川河口より約 4 km 上流地点で分流する打内川を利用して作られ (Fig. 1), その施設は河川の上、下流を木ウライによって遮断した、いわゆる二重留装置であり、約 14,000 m 2 の水面面積を有する。本蓄養地は、通常、9 月中旬より 11 月上旬までの大凡 60 日間利用され、ここ数年間 170,000~20,000 尾の採卵用サケ親魚が成熟するまで蓄養されている。

しかし、本蓄養地に収容された親魚の死亡率は極めて高く、十勝川のサケ・マス増殖事業を進めてゆく上で大きな問題として今後最大の改善課題の一つとなっている。

一般に、溯河性魚類の生理機能は、魚体の浸透圧機能と深い関連をもち、血液濃度や比重が溯上開始時期に著しく変化し、産卵直前には高蛋白質、低水分含量を示すなど、産卵までに必要な生理的機能の補償現象のあることが知られている (久保 1961)。また、溯上初期の親魚は生理的に最も重要な時期であり、蓄養施設に収容されたサケは、水温、溶存酸素、代謝排泄物などの人為的管理下で生じる環境条件の変化の影響を直接に、あるいは間接に受けることが橋本 (1966) によって明らかにされている。

著者等は、打内蓄養地の蓄養施設の改善、改良を図るため、先づ、蓄養地の環境条件を研究課題として取り上げ、過去における本蓄養地に関する未発表の気象、観測記録、事業成績などの基礎資料のとりまとめと、1974 年、1975 年における水理条件に関する調査を行った結果をここに報告し、今後の蓄養施設改善の参考に供したい。

本文に先立ち、終始懇切な御指導と御教示を賜った北海道さけ・ますふ化場調査課長小林哲夫博士、同広井修博士、底泥の酸素吸収量に関する未発表資料の引用を許された同調査課橋本進主任研究官、調査に多大な御協力を賜った北海道鮭鱒増殖事業協会十勝支所職員各位、および大津漁業協同組合、ならびに打内蓄養地担当職員各位に深く感謝の意を表わすものである。

I. 方 法

1. 資料のとりまとめ

打内蓄養池におけるサケ親魚の蓄養数、採卵に供した雌親魚の使用率等については、1953 年から 1973 年に亘

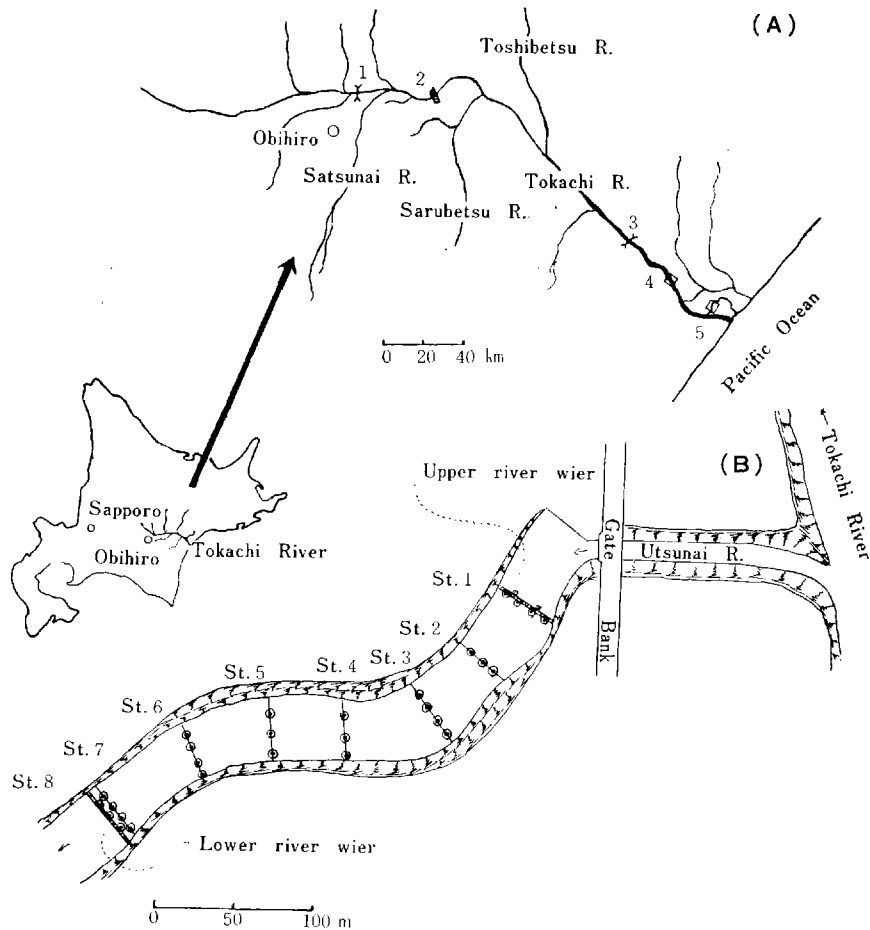


図1 十勝川水系 (A) および打内蓄養池 (B) 地形図: 打内蓄養池における調査定点 (◎) は各調査線 (St. 1~8) の右岸より 10 m 間隔に設定されている; (1) 十勝大橋, (2) 千代田堰堤, (3) 茂岩橋, (4) 愛牛捕獲場, (5) 打内蓄養池

Fig. 1 Maps showing the Utsunai holding pond (B) in the Tokachi River System (A); indicating the Tokachiôhashi (1), Chiyodaentei (2), Moiwabashi (3), Aiushi catching station (4), and Utsunai holding pond, and examined points (◎) in the Utsunai holding pond is set up at intervals of ten meter from the right bank in each station 1 to 8

る北海道さけ・ますふ化場事業成績, 1971年から1975年に亘る打内捕獲採卵旬報, 北海道さけ・ますふ化場事業管理報告から引用した。水温については, 打内蓄養池気象観測表, そして打内川の流量, 十勝川の水質については北海道さけ・ますふ化場十勝支場で調査したものを使用した。

2. 1974年, 1975年の打内蓄養池に関する水理環境調査

(a) 調査時期

打内蓄養池における水質に関しては, 1974年10月1, 17, 25~26日, 1975年9月18~19日, 10月30日に調査した。流量に関しては, 1975年9月18~19日, 10月30日, 水位に関しては1975年9月18~19日, 11月6日に各々調査を行った。

(b) 調査方法

水質分析は、ほとんど工業用水試験法 (JISK-0102) に準じ、常法により行ったが、水質の日変化については次の機器を使用した。

1974年 10月 25~26日

溶存酸素: Model 75 A 溶存酸素計

1975年 9月 18~19日

水温, 溶存酸素: U.S.A. イエロースプリング社 Y-S 57 型 DO メーター

pH, 電導度, 濁度: ホリバ水質計 U-7 型

なお、打内蓄養池における中層、底層の採水には、小型ポンプを利用し、内径 9mm のゴム管で船上において採水した。また、底泥の酸素吸収量は底泥 1g を約 100cc 容量の酸素ビンに、その時の蓄養池の水と一緒に投入し、攪拌しながら、DO メーターで水中の溶存酸素量の変化を調べた橋本 (未発表) の資料による。

流量は、十勝川堤防下の打内川水門において広井式流速計を用いて計測した。また、水位は、レベルを用い、附近の北海道開発局が設置した海拔水位標 (D.L.) から補正し、海拔水位で表わした。

II. 結 果

1. 打内蓄養池におけるサケ親魚蓄養状況

本蓄養池は、昭和 26 年、打内川において試験蓄養を行い、昭和 27 年現在地に設置された。以来、ほとんど例年、増水による被害を蒙っていたが、昭和 42 年十勝川の堤防修築と同時に水門が設置され、増水による被害は免れるようになった。

Fig. 2 に本蓄養池における過去 24 年間間の溯上サケ親魚の雌蓄養数、全蓄養数、蓄養した全ての雌親魚数に対する採卵に供した雌親魚数の割合を表わす使用率を示す。なお、各年において、捕獲された雌親魚のうち、そのほぼ 90% (範囲 40.0~99.1%, 平均 89.5%) が蓄養されており、その大半は、通称「ギンケ」とよばれる未成熟の溯上親魚である。

Fig. 2 より明らかなように、親魚蓄養数において、雌に対する雄の占める割合は、収容時で不用雄を取り揚げることによって非常に少なく、平均 13.8% であった。また、雌親魚の使用率は、1954 年から 1975 年における平均値が 47.2% と低く、特に、1957 年には 0%, 1974 年には 7% の雌蓄養魚しか採卵に供されておらず、残りは斃死している。

過去 5 年間における各年の全雌蓄養魚数に対する 9~11 月各旬の蓄養池内における雌の生存数の割合 (以下「雌の生存率」

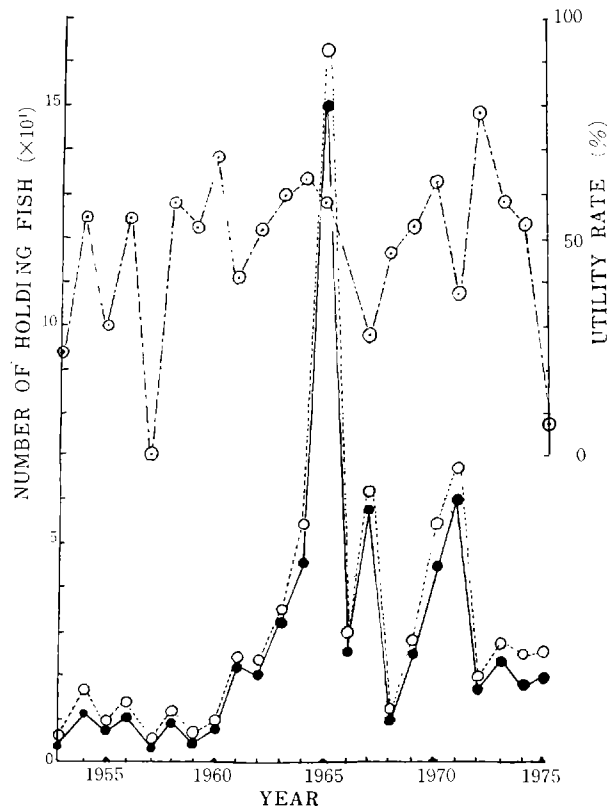


図 2 1954~1975 年打内蓄養池におけるサケ親魚の全蓄養数 (○), 雌蓄養数 (●), 雌使用率 (◎) の年変化

Fig. 2 Number of holding chun salmon and utility rate of female in the Utsunai holding pond from 1955 to 1975. ○, total number of holding fish; ●, number of holding female; ◎, utility rate of female

とする)と、各年の全ての雌斃死数に対する9~11月各旬の雌死数の割合(以下、「雌の死亡率」とする)との関係を示すと(Fig. 3), 各年とも、10月の中旬において雌の死亡率は最大となり、雌の生存率は最大か、その直後となっている。なお、蓄養期間中、各年とも最終旬期の雌親魚の斃死数が増加しているが、これは採卵事業終了時に、蓄養数と採卵数の整理が行なわれる段階で不明魚を斃死魚数とするため生ずるもので、時期的な斃死の実態を示めすものではない。これらの斃死がどの時点で生じたかは明らかにすることが出来ないが、池中で斃死したものが、常時、濁り、水深があるため、取り揚げられぬまま、池底に沈下、埋没し、ついには腐敗、分解されたものと予想されている。

次に、過去18年間の本蓄養池における水温の時期的変化と雌使用率を示すとTable 1のとおりである。また、蓄養親魚の死亡率が10月に最大となることから、10月の平均水温と雌使用率の関係についてみると、Fig. 4に示されるように逆相関関係($R = -0.650$)のあることが知られる。 X を10月の平均水温($^{\circ}\text{C}$), Y を雌の使用率とし、その関係式を求めると、次のとおりである。

$$Y = -5.525X + 111.720 \dots\dots\dots (1)$$

このことから、水温と雌の使用率の間には、水温が高い年には、斃死数が多く、雌の使用率が低いという関係が認められ、水温が低くなるにつれ、逆の傾向にあることが指摘される。

2. 十勝川茂岩橋における水質の季節的变化

打内川が十勝川の分流であり、その水質的条件は十勝川に非常に似ていると判断されることから、十勝川の水質的性状を把握することは、打内川の水質を論ずる場合、極めて重要なことである。

吉住(1961, 1963, 1964)は1959年5月より1961年3月に亘り、十勝川中流域より上流の本、支流、1961年5月より1963年に亘り、十勝川中流域より河口までの本、支流の水質、底質の季節的变化を調べ、澱粉、製糖工場の操業期間において、その廃水が流入する支流に一時的な有機汚染がみられ、水綿菌の発生着、浮游現象がみられるが、十勝川水系の各河川は一般に水量が豊富で河川の自浄作用も大きい上に周年を通じて排出される大きな廃水(特に有機廃水)が存在しないので、平常時における水質は極めて清浄であり、河口までこの状態を保っていると結論づけている。

しかし、その後、時の変遷に伴い、十勝川の周辺は各種産業、人口の増加、市街地の拡大化をきたし、さらに、河川開発が進行するにつれ、十勝川の様相は変貌を呈しつつある。1973年8月より1975年9月に亘り、北海道さけ・ますふ化場十勝支場(以下「十勝支場」と略す)が行った十勝川の十勝大橋、千代田堰堤、茂岩橋にお

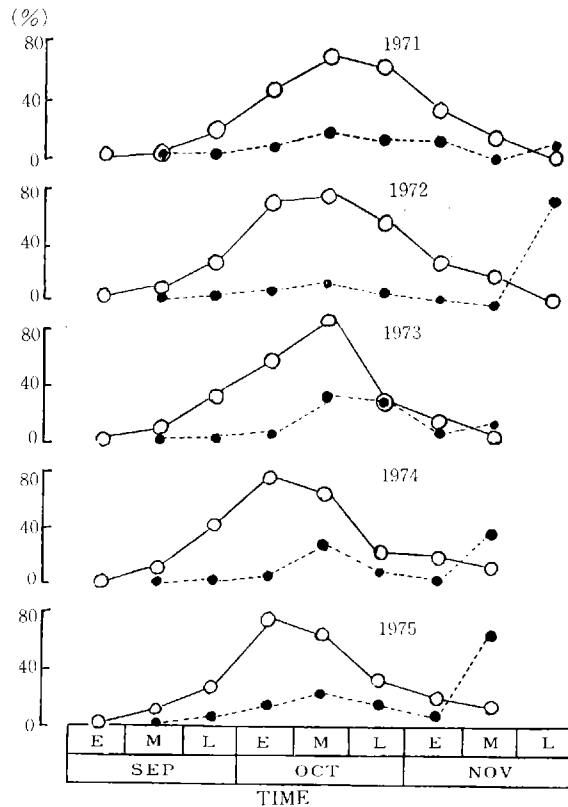


図3 1971~1975年、打内蓄養池におけるサケ雌親魚の生存率(○)、死亡率(●)の時期変化

Fig. 3 Changes of living (○) and death rate (●) of female chum salmon in the Utsunai holding pond at 1971 to 1975. The living and death rate represent percentages of number of living and dead female in each of the early (E), middle (M) and late (L) period at September to November to total number of holding and dead female, respectively, in the Utsunai holding pond

表 1 1954~1975 年, 打内蓄養池における水温と使用率の年変化: 水温は各月の初旬 (E), 中旬 (M), 下旬 (L) の平均水温で示し, 使用率 (%) は雌親魚の全蓄養数に対する採卵使用数で表わした

Table 1 Water temperature and Utility rate of female chum salmon in the Utsunai holding pond during the period of 1954 to 1975. The water temperature represents an average in each of the early (E), the middle (M) and the late (L) periods at September to November. The utility rate is shown as a percentage of egg-taken fish to total number of holding female

| Year | September (°C) | | | October (°C) | | | November (°C) | | | Average (°C) | Utility rate (%) |
|------|----------------|------|------|--------------|------|------|---------------|-----|-----|--------------|------------------|
| | E | M | L | E | M | L | E | M | L | | |
| 1954 | | 16.3 | 14.0 | 12.1 | 9.7 | 9.0 | 7.4 | 4.0 | 2.8 | 9.5 | 54.1 |
| 1955 | | | 13.7 | 12.7 | 10.6 | 10.3 | 5.4 | 4.3 | 2.2 | 8.5 | 31.2 |
| 1956 | | 17.3 | 14.9 | 14.2 | 12.5 | 10.7 | | | | 13.9 | 53.8 |
| 1957 | | 14.7 | 12.7 | 12.2 | 10.7 | 8.7 | | | | 11.7 | 0 |
| 1958 | | 15.9 | 13.5 | 12.0 | 10.7 | 10.0 | | | | 12.4 | 58.8 |
| 1961 | 16.0 | 15.4 | 14.8 | 12.5 | 10.0 | | | | | 13.7 | 40.2 |
| 1962 | 14.4 | 14.2 | 14.6 | 11.1 | 9.5 | | | | | 12.8 | 51.7 |
| 1963 | 16.3 | 14.6 | 13.2 | 11.2 | 9.4 | | | | | 12.9 | 60.1 |
| 1964 | 11.5 | 11.8 | 10.6 | 9.8 | 8.6 | 7.4 | | | | 10.0 | 64.4 |
| 1965 | 14.0 | 13.6 | 12.9 | 11.1 | 10.1 | | | | | 12.3 | 56.1 |
| 1967 | 18.4 | 14.1 | 13.6 | 12.7 | 11.5 | 10.2 | | | | 13.5 | 45.9 |
| 1968 | 14.9 | 16.3 | 15.5 | 13.2 | 9.3 | | | | | 13.5 | 53.3 |
| 1969 | 15.0 | 15.3 | 10.4 | 9.7 | 9.7 | 7.5 | | | | 11.3 | 64.2 |
| 1960 | 18.0 | 17.4 | 15.6 | 15.5 | 14.1 | 13.1 | 7.2 | 5.0 | | 13.3 | 38.0 |
| 1971 | 15.8 | 13.7 | 12.7 | 11.2 | 9.6 | 6.1 | | | | 11.5 | 78.3 |
| 1973 | 15.3 | 15.5 | 15.1 | 10.9 | 9.4 | | | | | 13.2 | 53.5 |
| 1974 | 15.5 | 15.0 | 14.5 | 12.8 | 10.9 | 11.0 | | | | 13.3 | 7.4 |
| 1975 | | | 15.3 | 13.1 | 10.0 | 8.0 | 4.3 | 3.5 | | 9.0 | 38.7 |

る水質分析結果をまとめると Table 2 のとおりである。Table 2 から明らかのように, 十勝川の中流域において顕著な水質の汚濁はみられないものの, 河川の直線化工事が終了または継続中の下流域においては, 茂岩橋でみられるようになりに水質が悪化しつつあることがうかがえる。

十勝川茂岩橋における 1973 年 8 月より 1975 年 9 月までの水温, 透視度, B. O. D., C. O. D. の季節的变化をみると (Fig. 5), 水温は各年とも類似した傾向を示し, 7 月に最高, 1 月に最低を記録している。透視度においては 1973 年の傾向はつかめないが, 1974 年, 1975 年とも, 冬期を除く春, 夏, 秋期に低い値を示し, 河川水の濁りが著しい。この春から秋の濁りについて, 春期は明らかに融雪水の増水による影響と考えられる。一方, 夏から秋期においては, 一部, 降雨による増水の作用も考慮しなければならないが, 河川工事, 砂利採取作業による砂泥, 腐植土等の懸濁物質の流出増加による影響が大きく, ほとんど, 日中の河川水は混濁しており, 特に, 1974 年 9~10 月における十勝川下流域の汚濁は

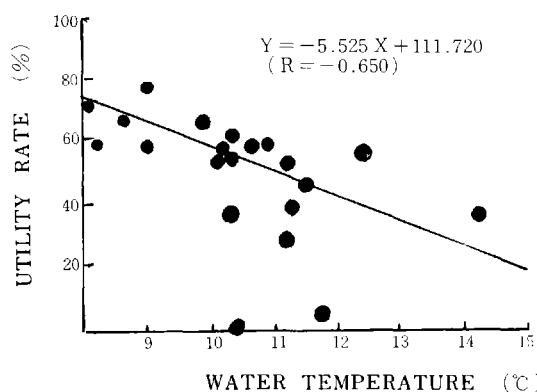


図 4 1954~1975 年の打内蓄養池における各年の 10 月平均水温と雌親魚の使用率の関係
Fig. 4 Relationship between the utility rate of female and the average water temperature in October from 1954 to 1975

十勝川水系におけるサケ・マスの人工再生産効率向上に関する研究-I

表2 1973年8月～1975年9月, 十勝川の十勝大橋, 千代田堰堤, 茂岩橋における水質一気温, 水温, 濁度, DO, COD, BOD, 塩素イオン量, 透視度一の平均と範囲: 透視度 30cm 以上は 30 cm として計算した

Table 2 Water quality in the Tokachi River (Tokachihashi, Chiyodaentei, Moiwabashi) during the period of August, 1973 to September, 1975. Values more than 30 cm of the clairvoyance are indicated as 30 cm

| Item | Station | Tokachihashi | | Chiyodaentei | | Moiwabashi | |
|------------------------|---------|--------------|-----------|--------------|----------|------------|------------|
| | | Average | Range | Average | Range | Average | Range |
| Temperature (°C) | | 14.1 | 0.5- 26.0 | 14.2 | 0.0-28.9 | 13.6 | -0.4- 29.1 |
| Water temperature (°C) | | 8.3 | 0.2- 18.4 | 9.2 | 0.1-19.4 | 8.8 | 0.0- 19.5 |
| Turbidity (ppm) | | 26.4 | 4.9-130.0 | 20.5 | 7.4-64.4 | 95.7 | 7.0-180.0 |
| pH | | 6.9 | 6.6- 7.2 | 7.0 | 6.6- 7.4 | 7.0 | 6.7- 7.3 |
| DO (ppm) | | 11.4 | 8.0- 14.8 | 11.8 | 8.4-16.5 | 11.4 | 7.4- 13.9 |
| COD (ppm) | | 2.0 | 0.5- 4.0 | 1.7 | 0.4- 3.3 | 4.0 | 0.9- 11.5 |
| BOD (ppm) | | 3.1 | 0.1- 9.0 | 2.7 | 0.2- 8.0 | 4.0 | 0.2- 10.3 |
| Cl ⁻ (ppm) | | 6.3 | 4.0- 13.8 | 7.4 | 2.9- 9.4 | 9.3 | 4.8- 15.3 |
| Clairvoyance (cm) | | 22.2 | 6.0- 30.0 | 24.6 | 6.5-30.0 | 17.1 | 4.0- 30.0 |

著しく, 透視度は 4~10 cm と極めて低い。

B.O.D., C.O.D. においては, 各年ともほぼ類似傾向にあるが, 低水温にもかかわらず澱粉, 製糖工場の後期操業期間である1~3月に高い値を示した。このことは, 1975年2月まで実施されていた澱粉工場の制限放流に大きく起因していると考えられるが, いずれにせよ, この期間内に十勝川に流出する有機廃水はかなりの量的に多く, 浄化されずに下流へ流されると考えられる。また, 一般的な傾向として, C.O.D. 値は B.O.D. 値より若干高い値を示し, 徳井(1966)の十勝川水質分析値と類似した傾向が認められた。

このように, 十勝川下流域は, 年間をとおして, 冬期に有機廃水による汚染, 春から秋にかけ懸濁物質による汚濁と大きく二つに分けられ, 特に, サケが十勝川を産卵溯上する秋期に, 河川水が極度に混濁しているということは, サケの産卵溯上行動ばかりでなく, 蓄養池の中で成熟させ, 採卵するサケの増殖事業を進めてゆく上で大きな障害となっていると考えられる。

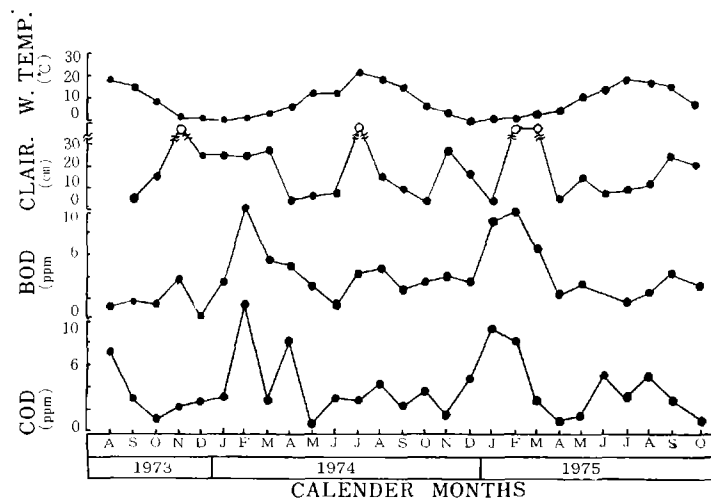


図5 十勝川茂岩橋における1973年8月より1975年10月に亘る水温, 透視度, BOD, CODの季節的变化

Fig. 5 Seasonal changes in the average values of water temperature, clairvoyance, BOD and COD at the Moiwabashi of the Tokachi River from August, 1973 to October 1975

3. 打内蓄養池における水理環境条件

(a) 流量, 水位, 流速の変化

過去における打内蓄養池の流量に関する資料は少なく, 日時, 水位, 状況などの記載もれがあったりしてなかなか完全なものが得られなかった。しかし, Table 3 に示した過去6ヶ年の蓄養池への注水量を十勝支場で

表 3 1970~1975 年, 打内蓄養池に注入する流量の変化

Table 3 Flow in the Utsunai holding pond during the period of 1970 to 1975

| Date | Flow (m ³ /min) | Remarks |
|----------------------|----------------------------|----------------------|
| Sep. 28, 1970 | 900 | Maximum flow |
| | 412 | Minimum flow |
| Sep. 21, 1971 | 1520 | |
| Oct. 1 | 991 | |
| Nov. 24 | 474 | |
| Sep. 22, 1972 | 612 | |
| Sep. 28, 1973 | 623 | |
| Oct. 2, 1974 (11:30) | 471 | Towards the ebb |
| (16:00) | 696 | At the high tide |
| Sep. 18-19, 1975 | 651 | Diurnal average flow |
| Oct. 30 (11:30) | 734 | At the high tide |

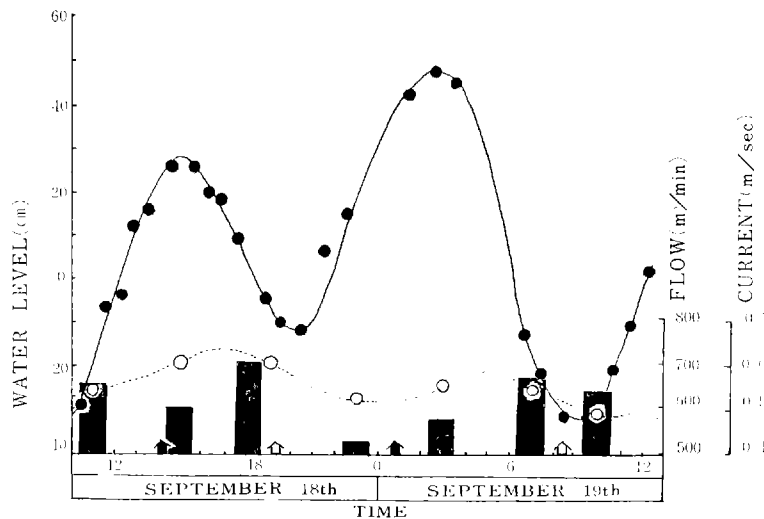


図 6 1975 年 9 月 18~19 日, 打内川水門における水位, 流量, 流速の日変化

Fig. 6 Diurnal changes in the water level, the flow and the current on the gate in the Utsunai River. ●, water level (Datum Line); ■, current; ○, flow; white allow, a time of the ebb tide; black allow, a time of the high tide

調査したものから判断すると, 1971 年を除き, 各年とも同時期の流水量にあまり変化がみられなく, 水の流入量は多少日変化があるにせよ 600 m³/min 前後で比較的安定している。

次に, 打内蓄養池の流量, 水位および打内川水門における平均流速の日変化をみると, 1975 年 9 月 18~19 日の調査では Fig. 6 に示される通りである*。

Fig. 6 より打内蓄養池の水位の変化は十勝港 (広尾) における湖位の変化と同一傾向にあり, 水位の変化幅

* なお, 水位は打内川水門附近の一等水準標石 (D.L.) を基準とし, 海拔水位で表わした。また参考までに調査時における十勝港 (広尾) の満, 干潮時間, その時の潮位を示すと下記のとおりである。

| 満 潮 | | 干 潮 | |
|---|--|------------------------------------|--|
| 1975 年 9 月 18 日 0 時 48 分 (127 cm), 14 時 29 分 (130 cm) | | 7 時 42 分 (45 cm), 20 時 5 分 (76 cm) | |
| 9 月 19 日 0 : 43 (131 cm), 14 : 48 (133 cm) | | 8 : 16 (46 cm), 20 : 40 (66 cm) | |
| 10 月 30 日 11 : 14 (136 cm), 23 : 18 (154 cm) | | 4 : 20 (58 cm), 17 : 51 (81 cm) | |
| 11 月 6 日 5 : 14 (136 cm), 15 : 18 (154 cm) | | 9 : 56 (99 cm), 22 : 42 (8 cm) | |

十勝川水系におけるサケ・マスの人工再生産効率向上に関する研究-I

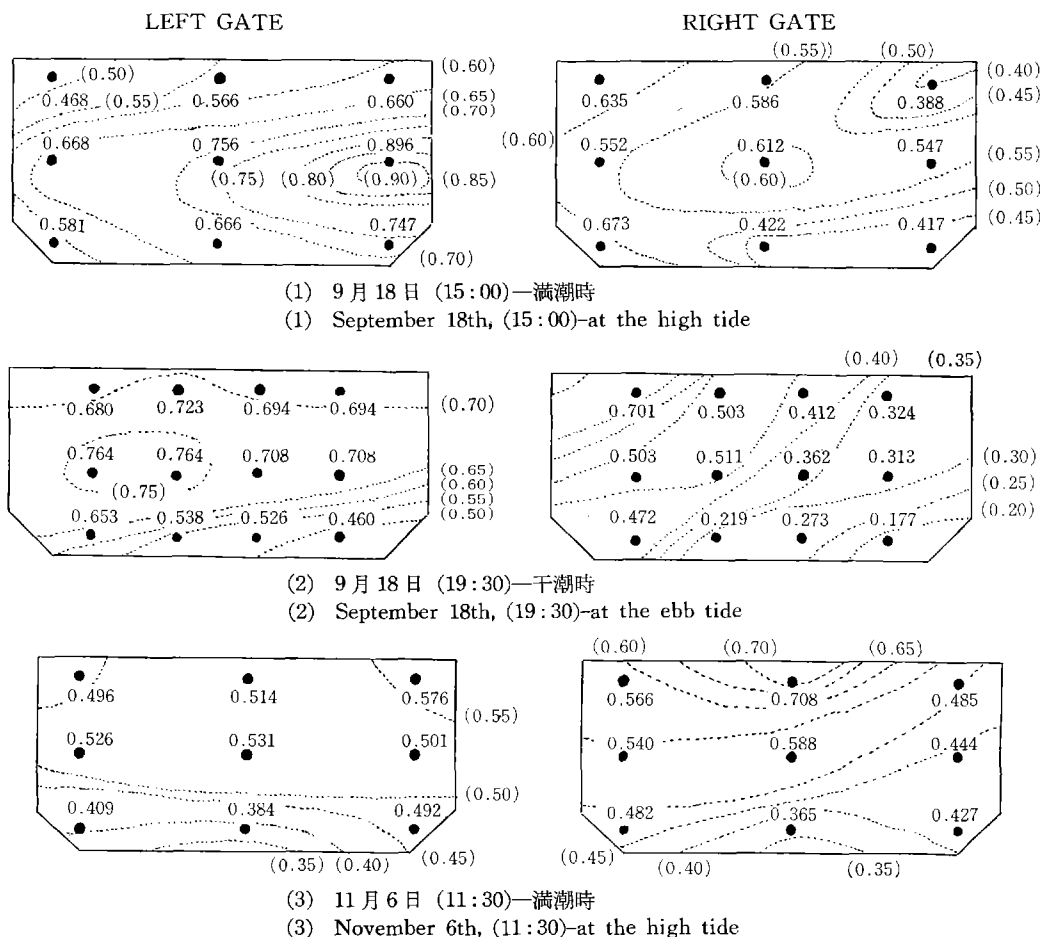


図7 1975年9月18日, 11月6日, 打内川水門における等流速線 (m/sec) 断面図

Fig. 7 Equal current line (m/sec) in the vertical section of the Utsunai Gate on 18th September and 6th November, 1975. Black spots, ●, show practically observed points

は9月18日—37 cm, 9月19日—78 cm, 潮位の変化幅は9月18日—54 cm, 9月19日—85 cm となり, それらの変化幅には, 10~20 cm ほどの差がある。

また, 水位と流量の日変化には約3時間のずれがある。流量の日変化はさほど顕著でないが, 満潮時の約3時間後に最大となり, 干潮時の約3時間後に最小となる。すなわち, 流量は満, 干潮時の中間において最大, 最小を示す。

さらに流速については, 河川の落差がほとんどなく, 水位の日変化が大きく, 流量の日変化が少ないことから, 満潮時に最小となり, 干潮時に最大となることが知られた。

次に, 蓄養池に親魚が収容される直前 (1975年9月18日), および蓄養終了直前 (1975年11月6日) における水門の等流速線断面図と蓄養池内の等深線図は Fig. 7, 8, 9 に示すとおりである。

なお, Fig. 8, 9 における等深線図は, 1975年9月18日16時より16時55分の海拔水位を基準として各々補正したものである。

Fig. 7 から打内川水門における流速は, 干, 満潮時, 蓄養期間の終了直前とでかなり変化がみられる。すなわち, 9月18日の等流速断面図をみると, 満潮時には, 上流に向かい右側水門上部に流心が位置していたのが, 干潮時には両水門の中央中心部と, 左側水門中心部に二箇所に移り, 流心は満潮時には表層

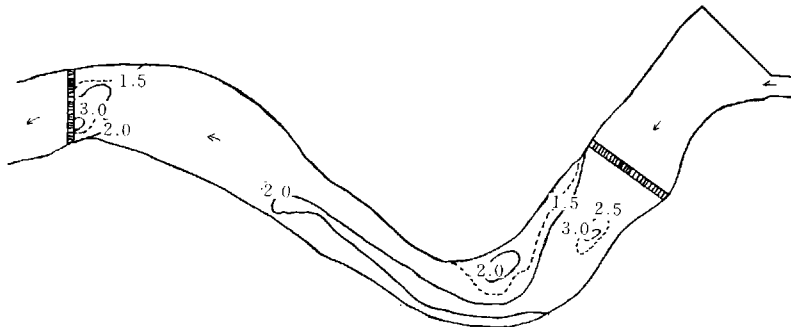


図 8 1975 年 9 月 18 日 (16:00~16:55), 打内蓄養池における等深線図: 測定時における水位の変化は 0.26~0.36 m であり, 等深線 (m) は 16:00 の水深を基準として補正した

Fig. 8 Equal depth line (m) in the Utsunai holding pond on September 18, 1975 (16:00-16:55). The equal depth lines are estimated in the depth at 16:00 on account of the change in water level from 0.26 to 0.36 m during the measurement of depth

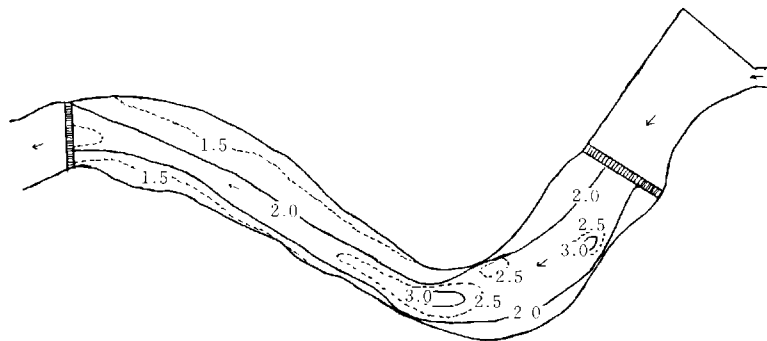


図 9 1975 年 11 月 6 日 (12:40~14:35), 打内蓄養池における等深線図: 測定時における水位の変化は, 0.052~0.532 m であり, 等深線 (m) は 9 月 18 日 (16:00) の水深を基準として補正した

Fig. 9 Equal depth line (m) in the Utsunai holding pond on November 6, 1975 (12:40-14:35). The equal depth lines are estimated in the depth at 16:00 on 18th September on account of the change in water level from 0.052 to 0.532 m during the measurement of depth

附近に; 干潮時には中層附近に位置することがわかった。

また, 流心は蓄養開始前と終了後とにおいて変化が見られ, 開始前では水門の中央から右側にあったものが, 終了期には水門左側に移動した。

このように, 蓄養期間中大凡 50 日間という短い期間で蓄養池内の流れの状態に変化が生じたことは, 本流十勝川から流入した土砂が蓄養池の両側に堆積し, 浅くなったことによるもので, 流心とみられる中央部は, 流れの作用で幾分水深を増した。その時点の流れの状態を Fig. 7, 8, 9 から推定すれば打内蓄養池の流向と流心は Fig. 10 のようになると考えられる。

(b) 打内蓄養池における水質

Table 4 に 1974 年 10 月 1 日, 17 日, Table 5 に 1975 年 9 月 18 日, Table 6 に 1975 年 10 月 15 日, 30 日における本蓄養池の水質分析結果を示す。各 Table からも明らかのように, その結果は前項で述べた十勝川茂岩橋の同時期の水質とはほぼ同一傾向が示され, 打内蓄養池の水質が十勝川下流部と同一状態であることがわかった。

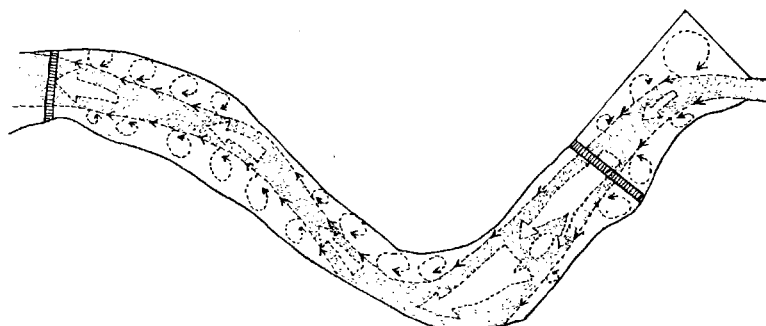


図10 打内蓄養池における流向と流心の推定図：破線矢印，流向；白抜矢印流，心

Fig. 10 Presumptive figure of the direction and center of flow. Broken and white arrows show the direction and center of flow, respectively

表4 1974年10月1, 17日, 打内蓄養池表層水の水質：上段, 10月1日(13:05~15:00); 下段, 10月17日(12:05~13:50); *()内は右岸からの距離を示す

Table 4 Water quality in the surface water of the Utsunai holding pond at 13:05-15:00 in October 1 (upper row) and 12:05-13:50 in October 17 (lower row), 1974

| Station | 1(10)* | 1(25) | 1(40) | 3(10) | 3(25) | 3(40) | 6(10) | 6(25) | 6(40) | 8(5) | 8(20) | 8(35) |
|------------------------|-------------|--------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| Weather | BC B | BC B | BC B | BC | BC | BC | BC | BC | BC | BC | BC | BC |
| Temperature (°C) | 19.7 | 19.7 | 19.7 | 19.9 | 19.9 | 19.9 | 19.8 | 18.9 | 19.7 | 19.7 | 19.7 | 19.7 |
| Water temperature (°C) | 15.7 9.9 | 15.3 9.8 | 15.7 10.0 | 15.5 | 15.5 | 16.1 | 15.7 | 15.5 | 15.9 | 15.6 | 15.4 | 15.5 |
| Turbidity (ppm) | - 29.3 | 29.7 22.5 | - 27.6 | - | 28.9 | - | - | 32.6 | - | - | 37.0 | - |
| pH | 7.2 7.1 | 7.2 7.1 | 7.2 7.1 | 7.1 | 7.1 | 7.1 | 7.1 | 7.1 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.1 |
| DO (ppm) | - 10.3 | 10.0 10.2 | 9.5 9.7 | 9.4 | 8.8 | 9.2 | 9.5 | 8.2 | 8.6 | 9.0 | 8.7 | - |
| COD (ppm) | - 2.9 | 3.0 1.6 | - 2.9 | - | 3.1 | - | - | 2.9 | - | - | 3.1 | - |
| BOD (ppm) | - 2.2 | 1.8 3.3 | - 2.2 | - | 1.8 | - | - | 2.3 | - | - | 2.4 | - |
| Cl ⁻ (ppm) | - 7.0 | - 7.2 | - 7.0 | - | - | - | - | - | - | 6.5 | 7.0 | 6.7 |
| Clairvoyance (cm) | 7.5 9.5 | 7.5 9.5 | 11.0 | 11.0 | - | 10.1 | 10.8 | - | - | - | 10.0 | 9.5 |

* This shows a distance (m) of examined point from the right bank in each station

Table 4 より1974年10月においてはいずれも濁度が高く、透視度が低い値を示し、この年、本蓄養池の水の濁りが慢性的に高かったことを示している。また、B.O.D., C.O.D. 値とも3 ppm 前後の値を示し、有機物も若干多いことが知られる。水温、pH、溶存酸素量の蓄養池の表層水の場所的变化はみられず、親魚の酸素消費による溶存酸素量の減少もみられない。

Table 5, 6 の濁度、透視度に表示されるとおり、1975年の水の濁りは1974年に比べ非常に少なく、清澄であった。このことは、本年、北海道開発局が十勝川の汚濁を配慮し、十勝川下流域での河道修正に伴う浚渫工事の休止による作用のあらわれと考えられ、河川工事の有無により、河川水の濁り具合にかなりの変動のあることが知られる。また、1975年9月18日における濁度が前年10月とほぼ同値を示しているが、これは7月31日より

表 5 1975 年 9 月 18 日 (11:25), 打内蓄養池における水質
Table 5 Water quality in the Utsunai holding pond on September 18, 1975 (11:25)

| Station | 2(30)* | | | 3(10) | | | 3(25) | | | 4(20) | | |
|-------------------------------|--------|------|------|-------|------|------|-------|------|--|-------|------|------|
| Depth (m) | 0 | 1.0 | 2.3 | 0 | 1.0 | 1.7 | 0 | 1.1 | | 0 | 1.0 | 2.2 |
| Water temperature (°C) | 15.6 | 15.4 | 15.5 | 15.6 | 15.4 | 15.4 | 15.6 | 15.4 | | 15.6 | 15.6 | 15.5 |
| Turbidity (ppm) | 32.0 | 25.0 | 29.0 | 29.0 | 30.0 | 30.0 | 21.0 | 27.0 | | 30.0 | 32.0 | 32.0 |
| pH | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.2 | 7.3 | 7.3 | | 7.3 | 7.3 | 7.3 |
| DO (ppm) | 9.7 | 9.7 | 9.8 | 9.6 | 9.7 | 9.7 | 9.7 | 9.7 | | 9.6 | 9.6 | 9.7 |
| Conductivity (m σ /cm) | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | | 0.6 | 0.6 | 0.3 |

| Station | 6(20) | | | 7(10) | | | 7(20) | | | 8(20) | | |
|-------------------------------|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|------|
| Depth (m) | 0 | 1.0 | 1.4 | 0 | 1.0 | 1.8 | 0 | 1.0 | 1.7 | 0 | 1.0 | 1.8 |
| Water temperature (°C) | 15.5 | 15.5 | 15.2 | 15.8 | 15.7 | 15.6 | 15.8 | 15.7 | 15.7 | 16.0 | 15.9 | 15.9 |
| Turbidity (ppm) | 26.0 | 30.0 | 31.0 | 21.0 | 27.0 | 33.0 | 33.0 | 32.0 | 21.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 |
| pH | 7.3 | 7.3 | 7.2 | 7.2 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.1 | 6.9 | 6.8 |
| DO (ppm) | 9.5 | 9.6 | 9.6 | 9.6 | 9.6 | 9.6 | 9.5 | 9.6 | 9.6 | 9.6 | 9.6 | 9.6 |
| Conductivity (m σ /cm) | 0.4 | 0.4 | 0.6 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.3 |

* This shows a distance (m) of examined point from the right bank in each station

表 6 1975 年 10 月 15 日, 30 日, 打内蓄養池における水質
Table 6 Water quality in the Utsunai holding pond on October 15 and 30, 1975

| Date | Oct. 15 | | Oct. 30 | | | | |
|-------------------------------|---------|------|---------|------|------|-------|------|
| Station | 7(10)* | | 2(30) | | | 7(10) | |
| Depth (m) | 0 | 1.7 | 0 | 1.5 | 2.8 | 0 | 1.7 |
| Water temperature (°C) | 9.5 | 9.4 | 8.3 | 8.3 | 8.6 | 8.5 | 8.4 |
| Turbidity (ppm) | 19.0 | 23.4 | 2.0 | 11.0 | 20.5 | 4.5 | 4.5 |
| pH | 7.0 | 7.1 | 6.9 | 6.9 | 6.9 | 6.9 | 7.1 |
| DO (ppm) | 10.1 | 10.1 | 11.6 | 11.4 | 11.7 | 11.5 | 10.5 |
| Conductivity (m σ /cm) | 0.3 | 0.3 | | | | | |
| COD (ppm) | | | 1.9 | 2.8 | 1.4 | 3.7 | 2.3 |
| Clairvoyance (cm) | | | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 |

* This shows a distance (m) of examined point from the right bank in each station

9 月 15 日まで打内蓄養池の水深を深めるため, 約 23,000 m³ の底泥を除去するための浚渫工事に由来すると考えられ, 蓄養池底層部の濁度が表層部より若干高い傾向にあることがそれを裏付けている。

水温, 溶存酸素, 電導度の水深別, 蓄養池の表層部の場所別変化は認められなかった。また, pH が下魚留中央附近 (St. 8-20) において若干低かったが, 本調査ではその原因を明らかにすることが出来なかった。また, 1975 年の 10 月は 9 月に比し, 水温は低く, 溶存酸素量は増加し, pH は低下していた。

次に, 蓄養池における水質の日変化について, Fig. 11 は 1974 年 10 月 25~26 日の蓄養池上魚留, 下魚留の表層における水温, pH, 透視度, 溶存酸素量の日変化を図示し, Fig. 12 は 1975 年 9 月 18~19 日の上魚留附近 (St. 1-30) の水深 1 m における水温, pH, 溶存酸素量, 電導度, 濁度の日変化を示したものである。

なお, 1974 年は蓄養池に親魚が収容されていたが, 1975 年には収容されていない条件の観測結果である。また, 天候は, 1974 年 10 月 25~26 日においては昼夜間とも晴, 1975 年 9 月 18~19 日においては, 18 日日中は曇り, 夜間より翌日 19 日にかけては小雨で, 18 日に比べ 19 日は気温もかなり低かった。

水温の日変化は, 観測時の気象条件にもよるが, 気温と日射量の変化に応じて昼間高かった水温が夕刻より徐々に低下し, 日出直前の早朝に最低となり, その後, 次第に上昇するという変化を示した。

十勝川水系におけるサケ・マスの人工再生産効率向上に関する研究-I

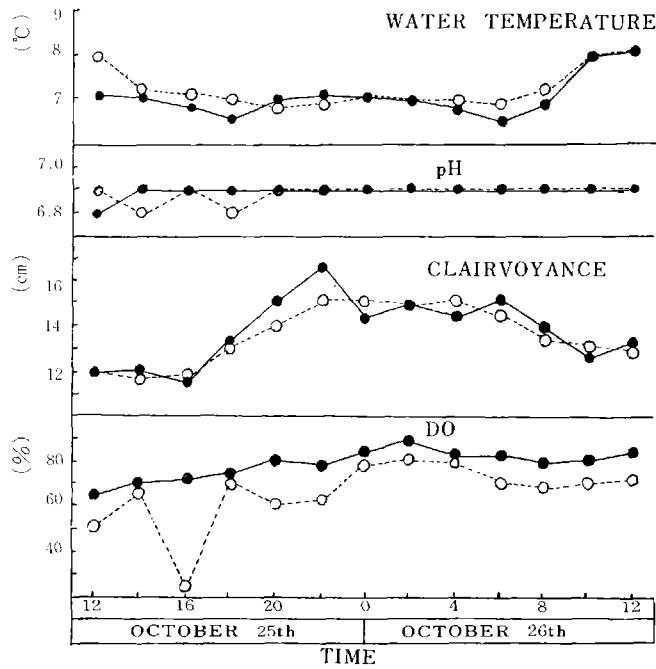


図 11 1974年10月25~26日, 打内蓄養池表層水における水温, pH, DO の日変化: ● 上魚留, ○ 下魚留

Fig. 11 Diurnal changes in the water temperature, pH, clairvoyance and DO of the surface water in the upper (●) and lower river weir (○) of the Utsunai holding pond during October 25-26, 1974

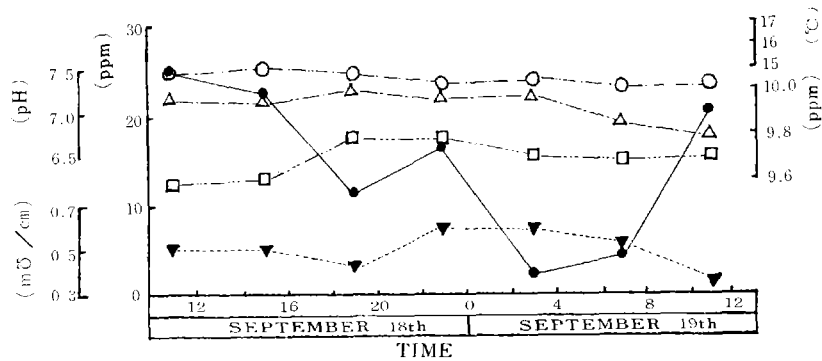


図 12 1975年9月18~19日, 打内蓄養池 St. 2(30) (水深 1 m) における水温 (○), pH (△), DO (□), 電導度 (▽) および濁度 (●) の日変化

Fig. 12 Diurnal changes in the water temperature in °C (○), pH (△), DO in ppm (□), conductivity in mS/cm (▽), and turbidity in ppm (●) at about one meter of depth in the station 2(30) of the Utsunai holding pond during September 18-19, 1975

溶存酸素量の日変化は, 若干ながら, ほぼ温度と逆の傾向を示し, 昼間に比べ, 夜間の方が高い。この変化は, 打内川を含め十勝川下流域においては付着藻類がほとんど存在せず, その水生植物による光合成の供出する酸素量が少ないためと, 日中における水中から空气中に逸散する酸素量が多いためと考えられる。なお, 蓄養池に最大時の 1/3 程度の親魚しか収容されていなかった 1974年10月25日~26日において, 上, 下それぞれの魚留の溶存酸素量日変化にかなり変動がみられるが, Table 4 に示されるとおり, 上, 下魚留の溶存酸素量に差異が認

められず、親魚の酸素消費によるものとは判断され難く、今後の調査検討を待たねばならない。

透視度、濁度から水の濁りの日変化をみると、昼間において濁りは著しく増加し、夕刻より夜間にかけて減少している。このことは、十勝川における砂利採取、河川工事などが昼間行なわれるため、それらより生じる懸濁物質が、昼間の濁りを増加させており、先の十勝川の透視度、濁度の年変化からも、打内蓄養池の濁りは、十勝川の河川工事等に大きく起因していることがわかる。

(c) 打内蓄養池底泥の酸素吸収量

1975年9月18日, st. 2-30, st. 7-10, st. 7-20 において池底の泥を採集し、底泥 1g が水中 (池水約 100 cc) の酸素をどの程度吸収し、消費するかを調べた。X 軸に時間 (分) をとり、Y 軸に底泥 1g による吸収される水中の酸素量 (%) をとると次の関係式が得られ、それぞれ高い相関関係が認められた (Fig. 13)。

st. 2-30 $Y=0.512X+2$(2)
($R=0.910$)

st. 7-10 $Y=1.211X+3$(3)
($R=0.966$)

st. 7-20 $Y=0.987X+3$(4)
($R=0.966$)

(2), (3), (4) 式より、底泥はかなり早い速度で、しかもかなり大量に酸素を吸収し、消費することがわかる。そして、その傾向は蓄養池の上流よりも下流、流れの流心部より滞留部において顕著である。例えば、底泥単位重量当りの酸素吸収度合を各定点における関係式 [(2)~(4)] から計算すれば、底泥 1g は約 100 cc の水に含まれている酸素を 10 分間で st. 2-30 では約 7%, st. 7-10 で約 14%, st. 7-20 で約 9.5% を各々吸収するという結果が得られる。

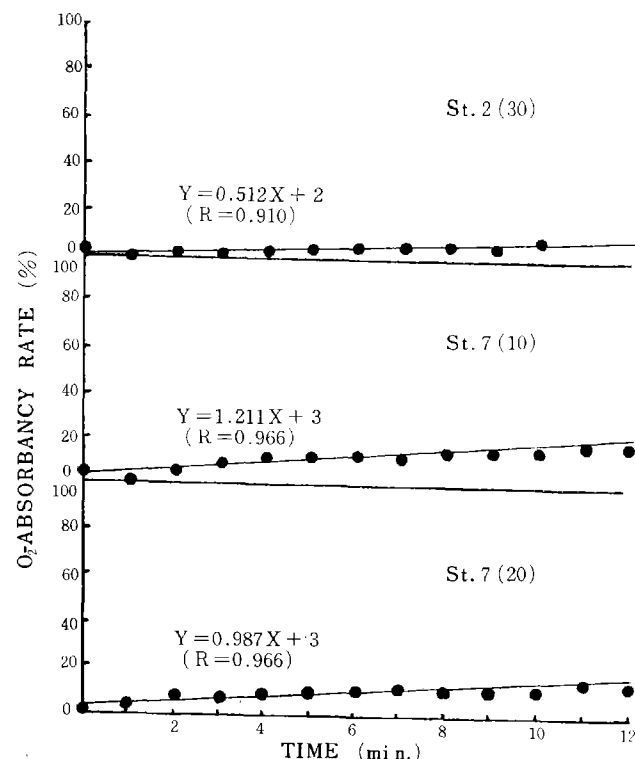


図 13 1975年9月18日, 打内蓄養池 St. 2(30), 7(10), 7(20) における底泥の酸素吸収度合の変化: 酸素吸収度合 (%) は、水 100 cc 中底泥 1g の溶存酸素量で示した (橋本未発表)

Fig. 13 Changes in O₂-absorbancy rate of the bottom mud from the Utsunai holding pond. The O₂-absorbancy rate is represented as a percentage of O₂-consumption of 1g bottom mud among water of 100 cc (Hashimoto, unpublished)

III. 考 察

溯河性魚類において、産卵するまでには多くのエネルギーが消費されることはよく知られていることであり、Idler (1959) によれば、そのエネルギー消費度合は溯上開始から産卵または斃死するまでの河川内での生活期間で表わされ、産卵場までの距離の長短によって表わすのは適当でないと報告している。

打内蓄養池に収容されたサケ親魚の内、9月上旬から10月上旬の魚は溯上初期の未熟魚であることから、成熟産卵までの河川生活期間を多く必要とする。自然状態下においてさえ、産卵のため河川へ溯上するサケ親魚が、浸透圧変化、第二性徴、生殖巣の発達など、生理的にも大きな変化が生じ、鹹水から淡水へと著しく相違する生活環境への移行によってもたらされるエネルギーの消費量も極めて大きいと予測される。そういった生理生態

十勝川水系におけるサケ・マスの人工再生産効率向上に関する研究-I

的に変化の大きい時期のサケ親魚に対しては、捕獲、輸送、蓄養という一連の作業行程において過度な刺激や不自然な条件を加えることは、避けねばならないこととされている。五十嵐（1946）は、サクラマスの人為的成熟の場として蓄養池を用いる場合、初期に溯上する群の蓄養が非常に困難であることを述べている。さらに、橋本（1967）は石狩川に溯上するサケ親魚の血清蛋白量、赤沈値を測定し、蓄養池内の親魚が自然河川の親魚に較べ血清蛋白量の減少に伴う赤沈値の増加が極めて著しく、蓄養池の環境条件が保持エネルギーの消費を助長しているとし、その傾向は、溯上初期の河口付近で捕獲された親魚において極めて大きいと述べている。

ここで、十勝川に溯上したサケ親魚が捕獲され、打内蓄養池へ収容されるまでの一連の直接的かつ間接的な作業行程から受けるストレスを考えてみたい。先づ、捕獲時における曳網との接触（20分間）、曳網から袋網、袋網から生簀舟へ移される時に生じる本能的な驚愕、狂奔、脱鱗、すれなどの傷害の発生（10～20分間）、狭く密度の高い生簀舟の中での長時間の拘留（3～18時間）*、捕獲場から蓄養池まで輸送される際に生じる生簀舟内の複雑な流れの中での定位の不安定（40～60分間）、そして生簀舟から蓄養池へ収容されるショックが挙げられる。従って、親魚は捕獲から蓄養池へ収容されるまでの間、3時間から16時間もの長時間、ストレスを受ける状態に置かれている。換言すれば、捕獲された溯上初期の未熟な親魚が打内蓄養池へ収容されるまでに生理的に極度の疲労状態におかれ、河川生活期間の中でも、最も重要な時期に必要な以上のエネルギーを消費するものと推察される。

サケ科魚類を含む淡水魚の場合、成熟、産卵に影響を及ぼす主要な環境要因として温度と光があげられている（山本 1970）。結果に示したように、打内蓄養池の10月における平均水温と採卵に供した雌親魚の使用率との間には逆相関関係がみられ、水温がある程度低い方が親魚の成熟前の異状斃死を少なくし、成熟を促進する可能性を暗示している。また、打内蓄養池には日陰となる場所がなく、親魚が外部から身を隠す場としては、わりと水深のある池底があるのみである。サケ科魚類において日照時間の短縮により産卵期が早まることが知られ（野村 1962, 1964）、人為的に成熟を促進させる方法として、今後、詳細な検討が加わられねばならないが、サケ親魚をできるだけ安静下におくという管理上の問題からも、蓄養池の日覆いについては充分考慮されねばならないであろう。

近年、十勝川の汚濁は前述したように進行状態にあり、中でもサケの河川溯上期において河川開発工事、砂利採取操作などにより生じる懸濁物質による濁りが顕著で、打内蓄養池に収容されている親魚に及ぼす影響は大きいと判断される。従来からの砂利採取操作に加え、頻繁に河川開発工事が行なわれた1974年の十勝川下流域は、慢性的に濁りが増加し、その年の雌親魚使用率は7%に留まり、平年より大きく事業成績を下廻った。一方、1975年においては、ここ数年にみられないほど打内蓄養池の水は清澄で、10月初旬までは親魚の斃死数も少なかったが、10月8日の豪雨で十勝川は増水し、それまで清澄だった打内蓄養池の水は濁水と化し、10月9日にはそれまでの5倍もの親魚が死し、10月14日まで異常な状態が続き、濁りによる蓄養親魚への障害が大きいことがうかがい知られる。

ニコルスキーは、溯河性魚類においては、海水から淡水へ移動する際の浸透圧変化に適応させる機構で最も主要な役割を演ずるのは鰓器管であるとし、水中の微細混和物が多い場合、サケを含む多くの魚類において鰓閉塞を起こし、呼吸困難に陥るとし、さらに、濁りが一定限度を越えると、その魚類を斃死させることになることと述べている。また、黒田（1968）は、体力が一定限度に低下した蓄養中のサクラマスが大量に流入した赤褐色の付着性酸化鉄による汚泥と、砂利採取操作の濁水により、鰓閉塞を起こし、大量に窒息したことを報告している。

従って、半ば慢性的な濁水状態の中にある打内蓄養池の条件は、サケ親魚の蓄養池として極めて不安定であることが指摘され、打内蓄養池に注入する流量と親魚の斃死に直接的関係はないものの、干潮時の水位の低下による流速の変化と濁りが相乗的に作用し、一定限度、体力を消耗したサケ親魚を斃死させた可能性も考えられ得る。

約50日間で蓄養池の水深および流心が変化することが知られ、上流から下流への一定流向は蓄養池の1/3を占める中央部のみでみられるものの、両端においては逆流、渦流をなしていることが推察された（Fig. 7, 8, 9,

* 特に、捕獲数の多い夕刻より夜間にかけては、潮位の影響で十勝川の水位が低下し、生簀舟航船の河川航行が不可能となるため、生内の親魚は高密度で翌朝まで拘留放置されている。

10 参照)。

一方、蓄養池内に堆積した底泥が攪拌された場合、かなり短時間で水中の酸素が大量に吸収され、蓄養池内の底泥の攪拌を誘発する原因として、干潮時における低水位、流速の増加、親魚の蓄養直前における池内の浚渫工事、大増水時における底泥の流失、蓄養池内における親魚の驚愕、狂奔などがあげられ、何れも親魚を窒息させる可能性を含んでいる。このようなことから、蓄養池内に堆積した底泥はできるだけ、親魚が蓄養池に収容される以前に除去し、水質的な面での影響を取り除くことが望ましい。

サケ科魚類を含め、すべての魚種において、人工管理のもとに、その増殖事業を行う場合、その魚種の生理、生態を充分把握しなければならぬことは言うまでもない。打内蓄養池のサケ親魚が、捕獲から蓄養池へ収容されるまでの行程で、人為的障害により受けるストレスは大きいと考えられ、雌親魚の使用率低下の最大要因は、ストレスを受けた親魚が不安定な環境条件下の打内蓄養池においても、そのストレスを解消されずに置かれているためと考えられ得る。

ここで、打内蓄養池における採卵用親魚の使用率を向上させるための改善策を提言するならば、先づ、第一に捕獲から蓄養池へ収容するまでの行程で過度な刺激を親魚に与えないこと。第二に蓄養池の環境状態が、親魚の生理、生態に適した条件に置かれていること、例えば、バランスのとれた性比で、成熟期の雌雄相互の性刺激が存在していること。流速のアンバランス、懸濁物質の流入の防止、親魚の休み場、隠れ場の設置、外部からの人為的な刺激をできるだけ避けるなどのような親魚の疲労要因の除去を計ることなどが挙げられる。

IV. 摘 要

1. 十勝川打内蓄養池において、蓄養中のサケ親魚の使用率が低下する原因を究明するため、過去の打内蓄養池に関する事業成績、水温、流量らの資料収集、分析を行う一方、1974年、1975年に、打内蓄養池の水理環境状態がサケ親魚に及ぼす影響について調査し、若干の知見を得た。

2. 過去 23 年間における打内蓄養池の事業成績をみると捕獲された雌親魚の約 90%が蓄養池に収容され、全蓄養親魚数に対する雄親魚の割合は 10~20%と非常に雄が少なく、また、1954年から1975年までの雌親魚の使用率は平均 47.2%と、蓄養された雌親魚のうち、その過半数は成熟前に斃死している。

3. 1954年から1975年における、水温と雌親魚の使用率とは、(1)式に示されたように、逆相関関係がみられ、蓄養池の環境要因として、水温が大きな影響を及ぼすことが知られた。

4. 本蓄養池のある打内川は十勝川の分流であり、その水質は十勝川と同一傾向にある。十勝川は、近年、水質の汚濁が進む方向にあり、特に、河川工事、砂利採取工事に起因する濁りは、十勝川に産卵溯上するサケ親魚に影響を与え、打内蓄養池に収容され、体力消耗の著しい親魚が死亡する要因の一つとなっていると考えられる。

5. 本蓄養池の流量はほぼ安定しており、その日変化はみられない。しかし、水位と流速は潮位によって日変化を示めし、干潮時には、水位が最低、流速が最高となり、満潮時にはその反対となる傾向を示めた。そして、干潮時に、水の濁りと流速の変化とが相乗的に作用して、極度に疲労し、体力の消耗をきたした親魚を下魚留へ押し流し斃死させると推察された。

6. 本蓄養池における他の水質条件：pH, D.O., C.O.D., B.O.D., Cl⁻, 電導度からは、親魚に及ぼす影響はみられなかった。

7. 本蓄養池の底泥が攪拌された場合、かなり短時間で、大量に水中の酸素が吸収されることが実験的に知られ、また、短期間で、蓄養池内の流向が変化することから、蓄養池内の底泥の除去により、親魚が受けるストレスはある程度軽減されるものと考えられる。

8. 本蓄養池には、親魚の休み場、隠れ場としての日覆いが欠けており、親魚の生理、生態に及ぼすその影響は大きいと考えられる。

9. 十勝川河口域における、産卵溯上親魚の捕獲から、蓄養池への収容という一連の作業行程をみると、親魚がうける網ズレ、人為的接触、生簀内における長時間の拘留などによる脱鱗、擦傷、ストレスなどが、打内蓄養池における雌親魚の使用率を低下させる最大の要因であり、疲労した親魚が、打内蓄養池でうける濁り、流速の

十勝川水系におけるサケ・マスの人工再生産効率向上に関する研究-I

変化などの二次的要因によって蓄養親魚は斃死するものと推察された。

引用文献

- 橋本 進 1966. サケ *Oncorhynchus keta* (Walbaum) の成熟期における代謝生理学的研究-I, 北海道さけ・ます研報, (20): 47-64.
- 橋本 進 1967. サケ *Oncorhynchus keta* (Walbaum) の成熟期における代謝生理学的研究-II, 北海道さけ・ます研報, (21): 49-65.
- Idler, D. R. and W. A. Clemens 1959. Internal Pacific Salmon Fish. Comn. Progress Report.
- 五十嵐真一 1946. 桜鱒の蓄養成熟. 水産孵化場試報, 1 (1): 13-18.
- 久保達郎 1961. 河川溯上期に於けるサクラマス (*Oncorhynchus masou*) の血液の性状, 特に浸透圧濃度の季節的变化について. 北大水産彙報, 12, (3): 189-195.
- 黒田久仁男・川端 肇 1968. 明渠排水の汚濁による蓄養サクラマス親魚の斃死実例について. 網走支庁管内水質汚濁防止対策に関する調査研究報告書: 185-189.
- 日本気象協会 1963. 海洋観測指針 (気象庁編).
- 日本水産学会 1974. 魚類の成熟と産卵—その基礎と応用. 恒星社厚生閣, 125, 東京.
- ニコルスキー 1972. 魚類生態学, たたら書房, VI+307, 米子.
- 野村 稔 1962 (a). ニジマスの人工採卵に関する基礎研究 (I). 成熟に伴う生殖巣の形態変化と排卵過程. 日本誌, 28 (4). 409-416.
- 野村 稔 1962 (b). ニジマスの人工採卵に関する基礎研究 (III). 光周期の変化による採卵の早期化. 日本誌, 28 (11): 1070-1076.
- 野村 稔 1964. 魚類の成熟・産卵と外部環境要因. 水産増殖, 12 (3): 159-196.
- 水産庁北海道さけ・ますふ化場 1953-1974. 事業成績書.
- 水産庁北海道さけ・ますふ化場 1975. 事業管理報告—昭和50年度さけ・ます親魚蓄養成績.
- 水産庁北海道さけ・ますふ化場十勝支場 1975. エリモ以東海区における河川環境調査.
- 徳井利信 1966. 十勝川よびその支流の水質. 北海道さけ・ます研報, (20): 83-89.
- 山本喜一郎 1970. 生殖, 川本信之編魚類生理: 233-271.
- 吉住喜好・尾崎豈志 1961. 十勝川水系 (帯広—幕別) の水質並びに底質の季節的变化について. 水産孵化場試報, (16): 7-28.
- 吉住喜好・伊藤安男・細川澄夫 1963. 十勝川水系 (千代田大橋—大津・十勝太) の水質並びに底質の季節的变化について. 水産孵化場試報, (18): 59-81.
- 吉住喜好 1964. 北海道陸水の水質資料 (V). 水産孵化場試報, (19): 65-87.