

## サケ・マス親魚の生態調査-I

千歳川におけるサケ親魚のそ上活動の日周変動 (1)

真山 紘 高橋 敏正

Ecological Observation on the Adult Salmon-I

Diurnal Variation of Upstream Migration of the Adult  
Chum Salmon in the Chitose River (1)

Hiroshi MAYAMA and Toshimasa TAKAHASHI

### Abstract

Diurnal variation of upstream migration of the adult chum salmon was observed at the Nishikoshi catching station of the Chitose River, a tributary of the Ishikari River, during October in 1974 and also in 1975.

From the observation done four times it became clear that the upstream activity occurred principally in daytime.

It is said that a major factor controlling upstream movement is the fluctuation of the water amount discharged from the drainage of the power plants which locate in the upper area of the river.

### I. ま え が き

サケ・マス人工ふ化放流事業は最初の行程である河川にそ上する親魚の捕獲から始まるが、技術的にはほぼ完成されたものとして、永年大きく変化することなく続けられてきた。しかし、河川の増水による捕獲施設の流失、そして親魚の上流への逃逸といった、経済的な面、及び親魚の確保の問題に加えて、最近では河川管理上の問題から現行の捕獲施設の改善が望まれており、近い将来に親魚捕獲体制は大きく変化せざるを得ない情勢にある。

また一方、捕獲親魚が未熟の場合は、成熟に達するまで蓄養する必要があるが、上流へそ上する習性をもった魚を池内で管理するためには、一般的な養魚法とは異なった考え方が要求される。

これらの問題を解決するためには、河川内における親魚のそ上行動に関する知見に基づき、科学的な検討が必要とされる。このため、サケ親魚の河川内そ上行動を知る一つの方法として、そ上活動の日周変動についての調査を千歳川で実施したので、ここに1974年と、1975年の結果を報告する。

この調査を行なうにあたり、終始有益なる助言と指導をいただいた調査課小林哲夫生態研究室長、並びに現地での調査に際して多大の配慮をいただいた千歳支場員各位、そして北海道さけ・ます増殖事業協会西越捕獲場の職員各位に対して、厚く御礼申し上げます。

## II. 調査場所の概況

千歳川(図1)は源を支笏湖に発し、千歳市街を経て江別市で石狩川本流に合流する。上流域には支笏湖から流出する水を利用して、王子製紙株式会社の水力発電所が5ヶ所に設置されており、通常は日中の発電量が多いため日中の放水量が多く、千歳川の流量には顕著な日周変動がみられる。しかし、年間を通してみると、支笏湖及び上流域の豊富な湧水、そして発電所の貯水により調整されて、安定した流量が示されている。

上流域の千歳市蘭越地区には、北海道さけ・ますふ化場千歳支場があり、1888年(明治21年)以来サケ・マス人工ふ化放流事業が続けられている。

今回の調査場所である西越捕獲採卵場は、ふ化場の下流10km、石狩川の河口から75.2km上流に位置している。千歳川の再生産用さけ親魚の捕獲は、1897年(明治30年)以来、現在地の千歳市根志越で行なわれており、その捕獲方法は、安定した水量を利用して、日本においてはこの場所だけでしか使用されていない捕魚車(インディアン水車)が用いられている。この方式は、上流へそ上しようとする親魚を回転式の掬い網で一旦空中に取りあげてから、蓄養池に収容する構造になっているため、捕獲魚の個体毎の観察が容易に、確実に出来る利点があり、本調査の目的のためには極めて好適である。

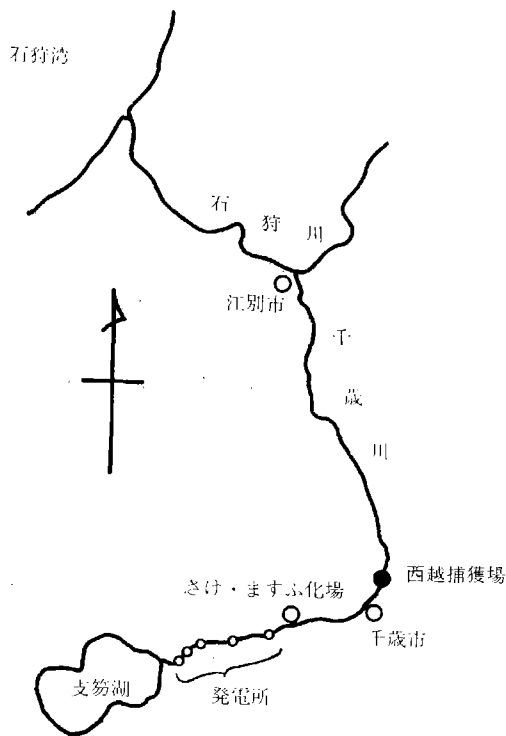


図1 千歳川の概略と調査場所

## III. 調査方法

河川内におけるサケ親魚のそ上活動の日周変動を調査するために、捕魚車でとりあげられたサケ親魚を時刻毎に記録した。また同時に、そ上活動に密接な関連があると思われる、気象条件並びに河川水位、河川水温、透視度などの水理条件について観測した。

調査は午前9時又は10時に開始し、翌日の午前9時又は10時に終了する24時間の連続調査とした。

調査時期は1974年には10月18日～19日、10月24日～25日の2回、1975年には10月28日～29日、10月30日～31日の2回それぞれ実施した。

## IV. 調査結果

### 1. サケのそ上状況

調査した1974年、1975年における千歳川のサケ親魚のそ上状況は図2に示すとおりである。

図に示されるとおり、千歳川のサケのそ上は9月上旬に始まり、10月に最も多くなり、12月中旬に終る状況となっている。往時12月～1月にそ上する後期群があったが(川上1933, 小林1961)、現在では全く消滅してしまっている。1974年と1975年のそ上状況はほぼ類似しているが、1975年の総そ上量はおよそ3倍となっている。

## 2. サケのそ上活動の日周変動

### a. 1974年10月18日～19日

単位時間(30分間)当りのそ上数と河川水温, 水位を示せば図3のとおりである。

調査開始は10月18日午前10時, そして翌日午前10時までの24時間連続観測とした。調査時間帯の全そ上数は402尾で, この年としてはそ上数の多い日であった。

単位時間当りのそ上数は, 調査開始後増加し, 11時～11時30分に最大となるが, その後一旦減少して12時30分～14時に再び増加し, そ上の最盛時間帯は11時から14時までで, この3時間のそ上数は全体の32.1%を占めた。14時以降のそ上状況は, 夜21時まで漸減するが, 21時～23時の間に一時的に若干の増加が示された。しかし, 23時～23時30分に本調査時の最少そ上数が示されたように, 14時以降, 23時30分までの間は全体的にそ上が不活発であることがうかがわれた。その後, 明け方にかけてわずかに増加傾向がみられた。日の出後のそ上状況については, 午前6時30分から9時にかけては著しく少ないが, 9時以降10時の調査終了時にかけて前日同様増加傾向が示された。

昼夜のそ上状況については, 昼間(5時～17時)63.9%に対して, 夜間(17時～5時)34.6%で, 昼間におけるそ上数が多いことが知られた。

調査時における天候は18日の午前中からくもりで, 15時～23時の間雨, そしてその後調査終了時まで時々雨という条件であった。なお当日の日の入り, 日の出の時刻はそれぞれ16時49分, 5時52分となっている。

そ上状況と河上水位変動との関係については図3から知られるとおり, そ上数は午前中の水位の上昇時から明らかな増加が見られ, 水位が基準水位(午前10時)より+30cm(水位標値85cm)を示した13時前後にそ上が発活に行なわれた。そして水位変動がほぼ安定する14時30分～0時の時間帯(+10cm～+20cm)には, 時間の推移にもなってそ上数の漸減傾向を示し, 活動が不活発となる。また19日の1時に+25cmと水位が高まった後4時(0cm)までの間, 急激な水位の減少が示された時間にはそ上数の増加傾向が示され, その後水位の安定(0cm～+2.5cm)にもなって再びそ上数は減少し, 更に9時以降の水位増加時に活発なそ上活動の傾向がみられた。

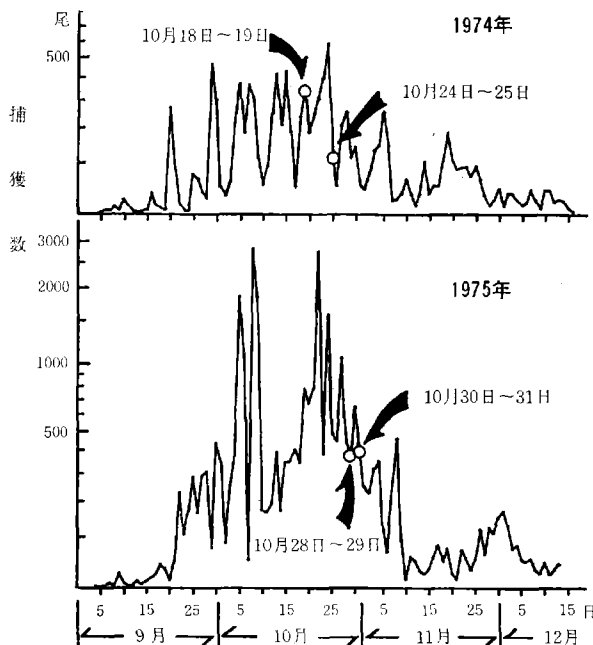


図2 西越捕獲場における日別のサケ親魚捕獲数(1974年, 1975年): 白丸は調査日を示す

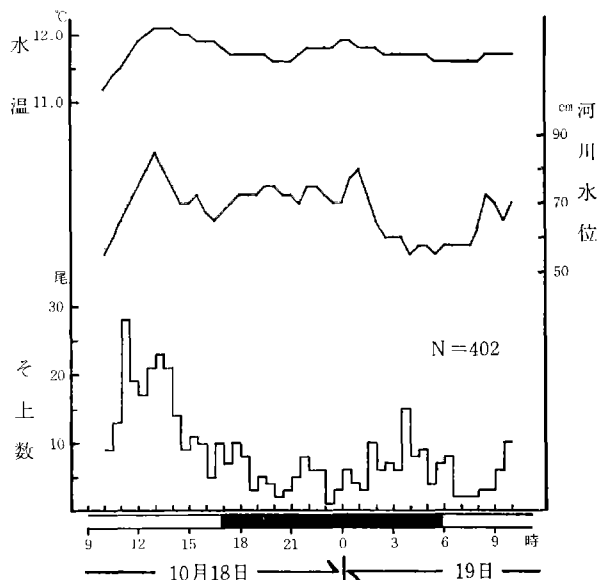


図3 単位時間(30分間)当りのサケ親魚そ上数並びに河川水温, 水位変動(1974年10月18日～19日)  
□: 昼間, ■: 夜間

次にそ上と水温の関係については、調査時の水温は 11.2°C~12.1°C、較差は 0.9°C とその変動は小さいが、そ上が活発に行なわれた時間帯の水温は 11.2°C~12.1°C と日中の水温の高い時であった。また日没後翌朝までの水温は降雨による影響で、11.6°C~11.9°C と変動が少なかった。

その他観測時の後半に降雨があったが、河川水は濁りもなく、透視度 30 cm 以上であった。

**b. 1974 年 10 月 24 日~25 日**

前回の調査(10月18日~19日)は午前10時の調査開始としたが、前回のそ上状況から開始時刻を1時間早め、午前9時に調査を始め24時間観測とした。単位時間(30分間)当りのそ上数及び河川水温、水位は図4に示されるとおりである。

調査時の全そ上数は計 115 尾と、この年のこの時期としては平均的な尾数であったが、前日は 585 尾、翌日は 52 尾と少なく、調査時は前後のそ上状況から丁度減少過程にあったと推測される。

そ上状況についてみれば、調査開始時はそ上も不治発であるが、その後漸増し、12時~14時、14時30分~16時30分の間に比較的多くのそ上が認められた。しかし日没時(16時30分)から激減し、21時30分までは単位時間(30分間)当り1~3尾とわずかなそ上のみみられ、ついには翌日の1時まで完全にそ上が停止した。そして1時以降6時30分までわずかなそ上のみみられたが、6時30分から9時の調査終了時までには全くそ上のみみられなく、前回同様な傾向が認められた。昼夜のそ上状況については、昼間(5時~17時)80.0%に対して夜間(17時~5時)が20.0%と昼間のそ上数が非常に多く、日没とともに著しいそ上数の減少が示された。

気象条件については、24日の日中の天候は9時~10時30分が雨、11時~12時30分が晴、13時~16時30分がくもり時々小雨、夜間は晴から快晴、そして日の出時にうすぐもり、その後再び晴とめまぐるしい変わり方であった。日の入り、日の出の時刻は16時39分、6時00分であった。

そ上状況と水位変動との関係については、前回同様、9時の63cm(基準、0cm)から11時の87.5cm(+24.5cm)となる時間帯にそ上増加傾向が認められ、11時から16時30分の間、水位がほぼ安定している時間帯でもそ上が維持された。しかし16時30分以降、水位が85cm前後と流量が多い時間帯にもかかわらずそ上は大幅に減少した。そして0時30分以降5時30分まで水位が大幅に減じた際にはわずかながらのそ上活動が示された。なおそ上活動と水位変動との間に前回のような顕著な関係が認められないのは、そ上数が少ないことによるものと考えられる。

そ上活動と水温条件について、そ上活動が活発に行なわれた時間帯の水温は 10.5°C~11.2°C と前回より約 1°C 低めの水温条件であった。そして気象条件を反映して、調査時の水温は最高 11.2°C、最低 9.2°C と 2.0°C の温度較差が示された。最低水温は 25 日 7 時~8 時に観測され、河川水においても夜間の晴天による放熱量の大きいことが知られた。

なお 24 日の水位の上昇時に、断続的な降雨の影響によるものか、透視度が 11 時 26.5 cm、13 時 30 分 20.0 cm、16 時 23.0 cm、それ以外の時間帯は 30 cm 以上、と断続的に変化し、その変化時間帯と活発なそ上活動が極めてよく一致した。

**c. 1975 年 10 月 28 日~29 日**

前年度と同様な方法でそ上活動を調査した。調査開始は 28 日の午前 9 時で、翌日の午前 9 時までの 24 時間観

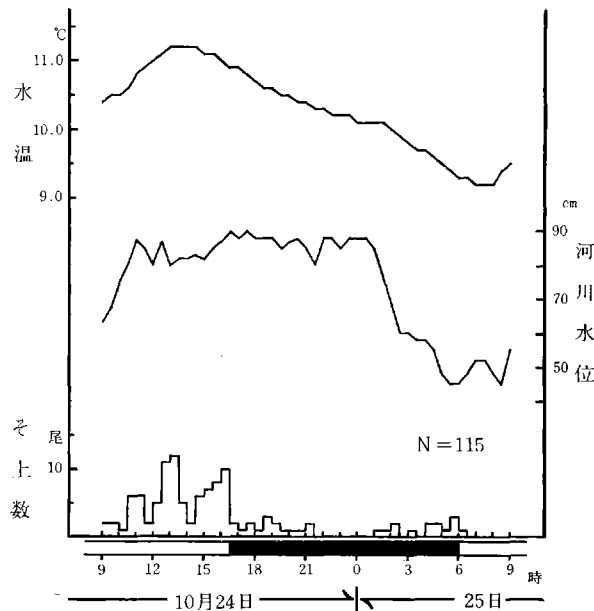


図4 単位時間(30分間)当りのサケ親魚そ上数、並びに河川水温、水位変動(1974年10月24日~25日)

サケ・マス親魚の生態調査

測とした。そのそ上状況、河川水温、水位は図5のとおりである。

調査時の全そ上数は432尾と、この年のこの時期としては平均的なそ上量である。調査日の前後の日はこの日に比較してそ上量が多く、特に翌日は665尾と多くのそ上があった。

単位時間(30分間)当りのそ上状況は、調査開始後12時まではそ上数が少ないが、12時以降増加し、13時~13時30分に日中のピークが出現し、その後夕方にかけて一時減少したが、16時30分以降日中のピーク時同様の活発なそ上活動が示され、19時~19時30分には本調査時最大のそ上数(22尾)が記録された。しかし20時以降翌朝5時まで単位時間当りのそ上数に高低が認められるが、明らかに減少傾向を示し、4時30分~5時は2尾という値が示された。しかし5時~6時30分に10~7尾と一時的なそ上活動が示されたがその後再び低下した。昼夜のそ上数を比較してみると、昼間(5時~17時)35.0%に対し、夜間(17時~5時)65.0%と明らかに夜間のそ上数が多い。特に日没時の16時30分以降そ上数が急増し、20時まで多くのそ上が見られたことは、前年度と全く逆の結果である。

調査時の天候は、日中は晴れたりくもったり、日没後翌朝まではくもり、調査終了時には雨となった。また日の入、日の出の時刻は16時34分、6時3分であった。

そ上状況と水位変動との間には前年度と同様の深い関連性が認められた。すなわち、水位の上昇が10時30分以降生じたのに対して、そ上活動は2時間後の12時以降活発化し、水位が87cm~79.5cm(基準水位から+24.5cm~+17.0cm)の間、一時的な活動の低下も認められたが、極めて活発なそ上活動が示された。また20時以降翌朝5時まで比較的活発なそ上がみられた時の水位変動は、21時30分の88cm(+25.5cm)を最高に、5時には75cmと、水位減少割合は比較的ゆるやかであった。しかし5時以後6時30分の間、水位が急激に減少(10cm減)した際には一時的にそ上数の増加が示された。

水温は最高11.6°C、最低9.8°Cであったが、活発なそ上が認められた12時~20時の間には10.9°C~11.6°C

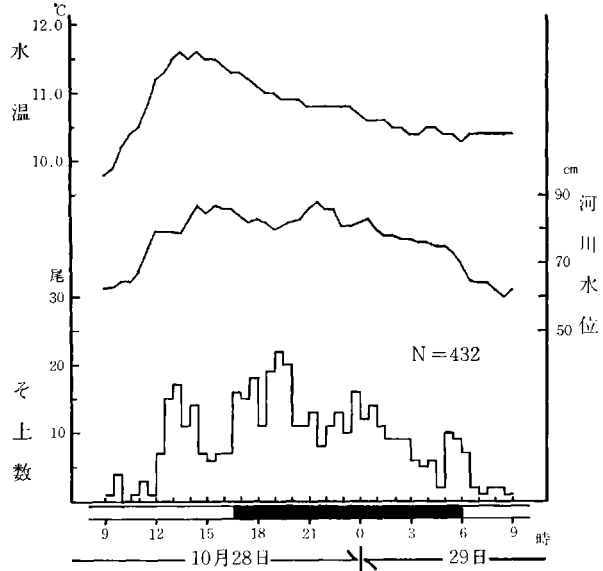


図5 単位時間(30分間)当りのサケ親魚そ上数、並びに河川水温、水位変動(1975年10月28日~29日)

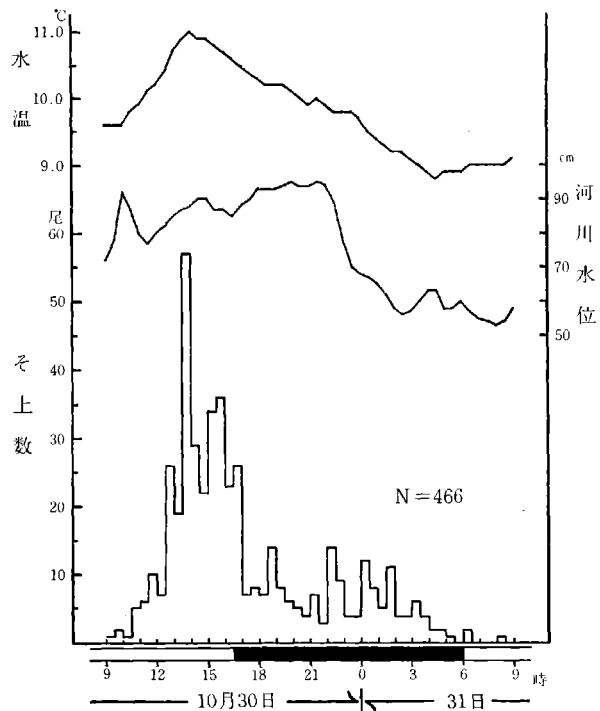


図6 単位時間(30分間)当りのサケ親魚そ上数、並びに河川水温、水位変動(1975年10月30日~31日)

であった。20時以降の水温変動とそ上活動との間に特徴的なものは認められなかった。

また調査時の透視度は 30 cm 以上で、極めて清楚であった。

**d. 1975 年 10 月 30日～31 日**

図 2 に示されるとおり、調査が行なわれたこの時期はそ上盛期から後期への移行期であった。調査時の全そ上数は計 466 尾と、前回より若干上まわった。

単位時間 (30 分間) 当りのそ上数、河川水温、水位は図 6 のとおりである。

そ上状況についてみれば、単位時間当りのそ上数は 12 時 30 分～17 時の間に多く、ピークは 13 時 30 分～14 時に 57 尾と活発なそ上活動が示された。そして 17 時から翌朝 5 時まで単位時間 (30 分間) 当り 14 尾から 2 尾と、そ上活動は持続されるものの、その活動は昼間に比べて大きく低下した。更に 5 時以降調査終了時までの間、計 4 尾と活動はほとんど停止した。昼夜のそ上数を比較してみると、昼間 (5 時～17 時) 66.1% に対して、夜間 (17 時～5 時) 33.9% と日中のそ上数が多く、日没とともに著しいそ上数の減少が見られた。

調査時の天候は、調査開始時の雪が 11 時まで続いたが、その後日中は晴天となり、日没後翌朝にかけては晴とくもりを繰り返し、調査終了時には快晴となった。また日の入、日の出の時刻は 16 時 32 分、6 時 5 分であった。

そ上活動と密接に関係があるとみられた水位変動については、9 時に 72 cm (基準)、そして 10 時に 92 cm (+20 cm) と水位上昇は急激であったが、11 時 30 分に 77 cm (+5 cm) と急減し、後再び漸増し 14 時 30 分に 90 cm (+18 cm) の変動を示したのに対して、そ上数は調査開始時に 1 尾～2 尾で、著しい増加が示されるのは水位が一時的な減少後に増加傾向を示す 12 時 30 分以降であった。そして水位が 15 時に 90 cm、17 時に 88 cm と高く持続される間活発にそ上がみられた。しかしその後再び 22 時頃まで水位が高く安定する間そ上活動は持続されるが、それ程活発でない。また 22 時以降 2 時 30 分までの水位の急激な減少時には、全体的にはそ上活動の活動の活発化の傾向がうかがわれたが、昼間時に比べて顕著でなかった。

調査時の水温は 8.8°C～11.0°C の範囲で、活発なそ上活動は 10.4°C～11.0°C の日中の水温の高い時間帯であった。

また河川の濁りはなく、透視度は 30 cm 以上であった。

## V. 考 察

わが国におけるサケ親魚のそ上活動の日周変動に関する報告例は少なく、ことに日周期活動と環境要因との関連についての調査研究が少ないが、同じさつ河性魚類のアユに関しては研究が非常に多い。このことは、アユの場合、アユのそ上を対象として設置されている数多い魚道でそ上状況を容易に観察できるのに対して、サケの場合は、今回の調査に用いた捕魚車や、一部でとり入れられている魚道方式の捕獲施設を除いては、そ上魚を昼夜にわたって個別に観察することがむずかしいことと、そ上時期が 3～5 ヶ月間と長期間にわたり、さらにそ上数変動が大きいと、調査日によってはそ上親魚数が不足して明確な傾向が出にくいなどによって研究例が少ないものと考えられる。

今回 2 ケ年間の計 4 回の調査結果にも示されるように、3 例については日中のそ上数が 63.9%～80.0% と多いのに対して、1 例については逆に夜間が 65.0% と多く、全く異なる結果となった。日中のそ上が多い 3 例の中で 1974 年 10 月 24 日及び 1975 年 10 月 30 日には日没とともにそ上数が激減するが、1974 年 10 月 18 日は日中から夜間にかけて徐々に減少している。前者の場合、両日とも日没時の天候が晴天であるのに対して、後者の場合は雨天であった。このことから、日没前後の照度が雨天の時と晴天の場合とで大きく違うことがそ上活動にも反映したものと考えられる。少なくともそ上活動が昼間活発に、夜間是不活発になることは、親魚のそ上活動は暗明の度合と大きな関連性があることを示す。しかしながら夜間のそ上量が多い 1975 年 10 月 28 日～29 日の場合には、他の調査日同様、日中にそ上数が増加し、夕方にかけて減少するが、日没後から夜間にかけて再び増加し、活発なそ上が見られ、他の調査日と大きく異なったことは興味深いことである。Ellis (1962) は、サケ類のそ上行動のリズムは共にそ上する魚の量によるいわゆる「こみあい効果 (crowding effect)」によって変化を受けることを明らかにしている。このことから、調査時点における前後の日別の捕獲数を検討してみると、夜間に比べ

## サケ・マス親魚の生態調査

て昼間時に活発なそ上が見られた1974年10月18日～19日、10月24日～25日、そして1975年10月30日～31日の3例はいずれも翌日のそ上数が前日より少なく、調査日の捕獲数の54.0%～36.0%減となっている。これに対して、昼間時に比べて夜間活発なそ上活動を示した1975年10月28日～29日は翌日の捕獲数が76.9%増となっている。しかも捕獲数自体が数量的にも多いことから「こみあい効果」によると考えられ、28日夜はそ上量の増加過程にあり、たまたま観測された日周期活動に反映したものと判断される。そして4回の調査結果から見られる限り、基本的にはサケの活発なそ上活動は昼間に行なわれるものと考えられる。

本調査場所と同じ西越捕獲場における川上(1936)の観測結果では、サケのそ上は夕刻から翌朝にかけて行なわれ、その最盛時間は午後6時から11時の間で、この間に80%のそ上が見られると報告しており、今回の結果とは全く異なる見解であるが、当時はそ上数も多く、また発電による水位変動も現在と大きく相違したことも考慮すれば、水位変動と暗明度合、あるいは魚群の密度など複雑に関連し合っていることが暗示される。しかしながらサケのそ上の日中活動性については、Johnson(1960)が個別にマスノスケの動きを追跡して、日没後暗くなると遊泳行動が全く停止するのを観察しており、また加藤(1935(a), 1935(b))によれば、利根川、阿賀野川のそれぞれの魚梯での観察結果でも昼間時にサケのそ上があるが、夜間に1尾のそ上も認められず、青森県奥入瀬川で夜間に多くそ上することを観測した経験から、河川の諸環境要因によってそ上活動に相違が生ずるのではないかと報告している。これらの報告例からみても、サケ親魚の昼夜のそ上行動の面だけでも色々な条件によって変化するものと考えられる。

本調査時におけるそ上活動の日周変動と関係があると考えられる条件は、上流の発電所の放水量の時間的操作用による水位変動による刺激とみなされる。通常は朝から昼にかけて発電のために流量が増加し、電力消費が少なくなる夜半から早朝の間に減水するという、人為的操作がなされている。サケのそ上については前項で詳述のとおり、朝から昼にかけての大きな水位上昇が始まるとそ上が始まり、流量増とともにそ上が増加するが、高水位で安定するとそ上数が減少して活動が停滞する。そしてさらに高水位からの大きな減水過程で再びわずかにそ上数が増加する傾向が明らかに認められることから、流量の増減水がそ上行動を誘起する要因として大きく作用していると判断される。そして水位変動とそ上数変動の時間的なズレは、サケ親魚の滞留場所と調査場所との間をそ上するのに要する時間と、調査場所に到着後、障害物などの存在により一旦とどまった後捕獲されるまでの時間的経過とみなされるべきであろう。流量又は水位とそ上行動に関してDavidson他(1943)はカラフトマス親魚のそ上と河川水位の間に深い関連性を見出し、また流量の増加がそ上行動を誘起する原因について、小山(1967)は、増水によりその水流くさびが下流に深く広く打ちこまれ、魚の走流性生起の影響範囲を広げ、さらに走化性物質の供給量を多くするなどの効果を考えており、サケの母川回帰性との関連からも興味もたれる。

また水温とそ上活動との関連については明確な関連性を見出すことは出来ないが、水位の上昇時に水温も上昇が見られることは、あたかも水温上昇がサケのそ上活動をうながすかのようにも見受けられるが、今の時点では充分論究出来ない。川上(1936)によれば、水温降下時にサケのそ上数が増加し、水温上昇の開始とともにそ上数が停滞することから、水温降下時の酸素溶解力の増加とサケのそ上との関係を暗示している。しかし一方、三浦(1937)は西別川において、日中河川水温の上昇と共にサケのそ上を開始され、水温最高時に最もそ上し、降下と共に減ずる傾向を観察している。川上の場合水温の変動範囲が11.9°C～14.1°Cであるのに対して、三浦の場合4～8°Cと低く、大きく異なることから、サケの行動と適水温との関連から相反する結果が出たものと考えられる。本調査においては8.8°C～12.1°Cの範囲で両者の中間にあることと、水温は魚の生理的側面への影響が大きいと考えられることから、生理的な問題も含めて今後の検討にまわりたい。

濁りとそ上行動について、1974年10月24日にたまたま観測された現象から、断続的に濁りが加わる場合はそ上行動が刺激される可能性のあることが暗示された。しかし一例だけであり、濁りの程度及び内容によって異なることが予測されるため今後さらに検討する必要がある。

以上サケ親魚のそ上活動に影響を与える要因は、河川水の物理化学的条件、気象条件、河川流路の構造など外的な要素と、そ上親魚の成熟度合などの内因的要素、さらに魚群の密度、分布状況が加わり、極めて多岐にわたり、これらが複雑に影響しあってそ上活動の日周変動が生じるものと考えられる。これら諸要因の相互関連性を明らかにするためには、さらに観察データの集積と実験的な観察が必要と考えられる。

## VI. 摘 要

1. サケ親魚のそ上活動の日周変動について、1974年、1975年の10月に千歳川において観察した。
2. 4回の調査結果から、サケのそ上活動は基本的には昼間時活発に行なわれることが知られた。
3. 千歳川においては、上流の発電所の放水による河川流量の増減水がそ上活動を誘発する要因として作用しているものと判断された。

## VII. 文 献

- Davidson, F. A., E. Vaughan, S. J. Hutchinson, and A. L. Pritchard 1943. Factors influencing the upstream migration of the pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*). *Ecol.*, 24 (2), 149-168.
- Ellis, D. V. 1962. Preliminary studies on the visible migrations of adult salmon. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 19 (1), 137-148.
- Johnson J. H. 1960. Sonic tracking of adult salmon at Bonneville dam, 1957. *Fish. Bull.*, 60 (176), 471-485.
- 加藤精一 1935(a). 魚梯を溯上する魚類の行動に就て, 水産研究誌, 30 (4), 184-197.
- 加藤精一 1935(b). 阿賀野川鹿瀬魚梯に就て, 陸水学雑誌, 5 (2), 37-45.
- 川上四郎 1933. 本道産サケの溯上期における雌雄比より本道産サケの系統について, 北水試旬報, (226), 229-234.
- 川上四郎 1936. 鮭の溯上に関する一考察, 養殖会誌, 6 (9), 165-166.
- 小林哲夫 1961. サケ *Oncorhynchus keta* (Walbaum) の年齢, 成長, 並びに系統に関する研究, 北海道さけ・ますふ化場研報, (16), 1-102.
- 小山長雄 1967. 魚道をめぐる諸問題 II, 解説篇, 木曾三川河口資源調査団, 1-96.
- 三浦兼佑 1937. 西別川に於ける鮭溯上の一考察, 養殖会誌, 7 (4), 81-84.