

千歳川におけるサケ (*Oncorhynchus keta*) 親魚からの *Aeromonas salmonicida* の検出

催熟蓄養による検出率の変動*

野村 哲一**、木村 喬久***、清水 幾太郎**

奈良 和俊**

Incidence of *Aeromonas salmonicida* among Chum Salmon,
Oncorhynchus keta, in Chitose River.

Tetsuichi NOMURA, Takahisa KIMURA, Ikutarō SHIMIZU
and Kazutoshi NARA

著者らは前報(野村・木村 1981)において北海道内の主要河川に溯上したサケ (*Oncorhynchus keta*), サクラマス (*Oncorhynchus masou*), カラフトマス (*Oncorhynchus gorbuscha*), および支笏湖内で捕獲したヒメマス (*Oncorhynchus nerka*) 親魚の腎臓から, せつそう病の原因菌である *Aeromonas salmonicida* の検出を試み, 河川によってはサケ・カラフトマス親魚から *A. salmonicida* が高率で検出されたことを報告した。しかし同一河川における *A. salmonicida* の腎臓からの検出率には時期的変動が見られ, 催熟のため蓄養した親魚を供試した調査時期前半には, 検出率が高く, 河川内で成熟した親魚を供試した調査時期後半には低い傾向が認められた(野村・木村 1981)。前報(野村・木村 1981)ではこのような検出率の変動理由は明らかにし得なかったが, 検出率の変動が, 親魚の催熟蓄養中に発生するせつそう病の流行にも影響を与えることも考えられ, 腎臓からの *A. salmonicida* の検出率の変動理由を明らかにしておくことはせつそう病対策上も重要な点であると考えられる。そこでこれら変動理由を明らかにする第一段階として, 著者らは, サケ親魚における催熟のための蓄養が, *A. salmonicida* の腎臓からの検出率にどのような影響を与えるかを明らかにするために, 北海道内の主要なサケ溯上河川の一つである千歳川に溯上したサケ親魚について, 催熟のため蓄養した親魚と, 河川内において成熟した親魚からの *A. salmonicida* の腎臓からの検出率の比較を行い, 催熟のため蓄養した親魚からの検出率が高いことを明らかにし得たので報告する。

材料および方法

1980年および1981年の9月から12月に北海道の日本海側の石狩湾より石狩川に溯上しさらに石狩川の支流である千歳川(図-1)に溯上したサケ (*Oncorhynchus keta*) の雌親魚を供試した。供試魚腎臓から北海道さけますふ化場研究業績第284号

* 本報告の一部は昭和56年度日本水産学会春季大会で口頭発表した。

** 水産庁・北海道さけますふ化場(札幌市豊平区中の島2-2)

*** 北海道大学水産学部(函館市港町3丁目)

の *Aeromonas salmonicida* (以下本菌とする) の検出率を捕獲時*には未成熟だったため、サケ親魚蓄養池

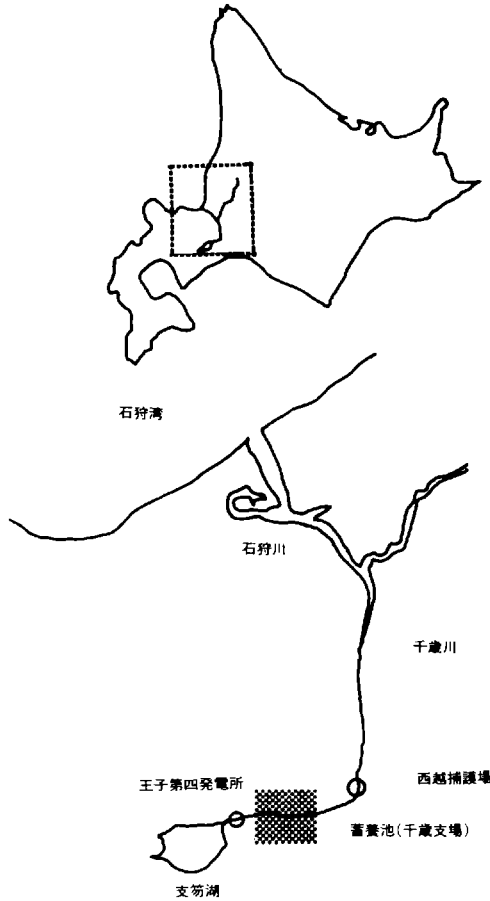


図1 調査地点

(以下蓄養池とする)内で成熟まで管理した供試魚(以下蓄養親魚とする)と、河川内の自然条件下で成熟した捕獲直後の供試魚(以下天然成熟親魚とする)について比較検討した。

用水の水質。蓄養池内の飼育用水について、用水中の溶存酸素を、YSI社製溶存酸素計により、アンモニア態窒素はインドフェノール法により測定した。

供試魚および本菌の検出方法。天然成熟親魚としては、1980年には図-1に示した石狩川河口より76 km上流の千歳市西越にある北海道増殖事業協会西越捕獲場において捕獲後採卵した天然成熟親魚を供試した。1981年には1980年と同様に西越捕獲場における天然成熟親魚を供試するとともに、1981年8月下旬の増水により西越捕獲場よりさらに7 km上流の、北海道さけますふ化場千歳支場内のサケ稚魚飼育池(図-2)まで溯上した天然成熟親魚も供試した。

蓄養親魚としては1980年、1981年とも前記した西越捕獲場において捕獲後、7 km上流の北海道さけますふ化場千歳支場内の蓄養池(図-1、-2)に收容し成熟後採卵した親魚を供試した。

本菌の供試魚からの検出方法は前報(野村・木村1981)に従い、本菌の同定はBUCHANAN(1974)に従った。

結果

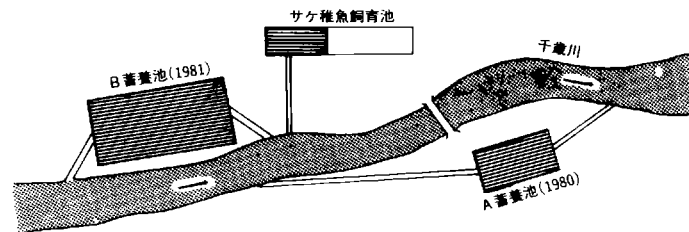


図2 千歳支場内のサケ親魚蓄養池および稚魚飼育池

千歳川におけるサケ親魚の捕獲および蓄養状況：石狩川に回帰したサケ親魚は石狩川を溯上し、石狩川の支流である千歳川に入り、千歳川を溯上したサケ親魚は、石狩川河口より76 km上流の千歳市西越にある北海道さけます増殖事業協会西越捕獲

場において捕獲された(図-1)。西越捕獲場におけるサケ親魚の捕獲および採卵の行程はほぼ小林(1977)に述べられているごとくであったが、サケ親魚の捕獲は捕魚車と呼ばれる水車を用いて行なわれた(小林1977)。

*増殖事業に関する用語は小林(1977)に従った。

千歳川における *Oncorhynchus keta* 親魚からの *Aeromonas salmonicida* の検出

1980年の西越捕獲場における捕獲尾数は、水産庁・北海道さけますふ化場捕獲採卵旬報によると9月1日から12月20日までの捕獲事業期間において、雌親魚44,924尾、雄親魚74,698尾、計119,622尾におよんだ。1981年には8月下旬の増水により捕獲作業は9月7日まで実施できなかった。9月7日以前に千歳川に溯上したサケ親魚は西越捕獲場よりさらに上流に溯上し、図-1に示した王子製紙株式会社第四発電所まで溯上し、成熟に従って、蓄養池に隣接した、サケ稚魚飼育池に溯上した(図-2)。1981年における捕獲は12月20日まで行なわれ、前記したサケ稚魚飼育池に溯上した親魚を含めると、1980年の2.3倍にあたる雌93,560尾、雄154,892尾計248,452尾を捕獲した。これら1980~1981年における捕獲尾数の旬毎の変化を図-3に示した。両年度とも捕獲尾数が最も多くなった時期には、捕獲尾数より溯上尾数が多く、捕魚車下流に多数の親魚の遊泳が認められた。

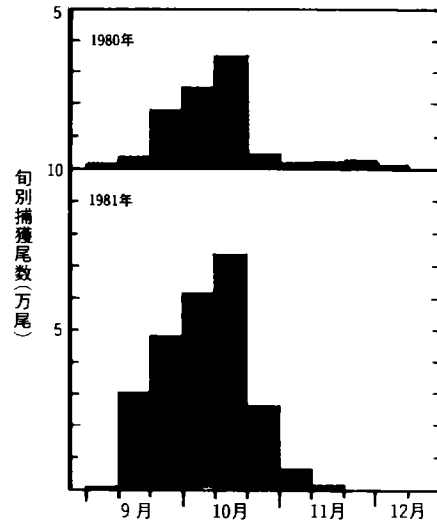


図3 捕獲尾数の旬別変化

西越捕獲場において捕獲された親魚の内、未成熟の親魚は選別し、活魚車により7 km上流の北海道さけますふ化場内のさけ蓄養池に收容した(図-2 AおよびB)。蓄養池としては1980年には千歳川右岸の10.5 m×76.9 mの池一面(図-2のA)、1981年には左岸の10.8 m×28 mの池5面(図-2のB)が使用された。蓄養池には千歳川の河川水を両年とも使用し、水温は旬別の平均水温で9月上旬には14.5~15.5℃であったが、10月上旬より急激に低下し12月中旬には3.8~4.5℃まで低下した(図-4)。

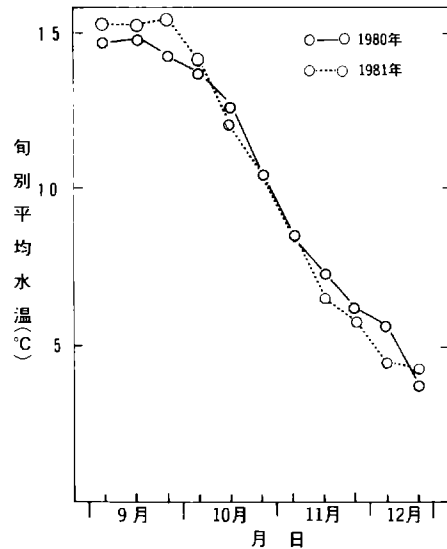


図4 蓄養池の旬別平均水温

1980年には捕獲された雌親魚の60.4%にあたる27,133尾、1981年には90.4%にあたる85,092尾がそれぞれ催熟のため蓄養された。両年における日毎の蓄養親魚の收容尾数の変化を図-5に示したが、收容密度の最も高かったのは1980年には10月5日の7,366尾であり蓄養池の単位面積あたりの收容尾数は9.1尾/m²であった。1981年には10月9日に蓄養尾数が19,081尾に及び単位面積あたりの收容尾数は6.3尾/m²であり1980年より低い收容密度となった。

蓄養池の飼育用水中の溶存酸素量について表-1に示したごとく数回の測定を行なった。注水部では1980年には10.2~11.6 ppmであったが排水部では4.0~5.9 ppmまで低下した。1981年には注水部で8.4~10.2 ppmであったが排水部では4.4~7.9 ppmと低下していた。1980年10月7~8日には24時間に渡ってDOの変化を検討したが、注水部で10.6~11.6 ppmが排水部では4.9~6.9 ppmまで低下した(図-6)。アンモニア態窒素の濃度は注水部で0.001 ppmであったが排水部では0.24 ppmと高い値を示した。

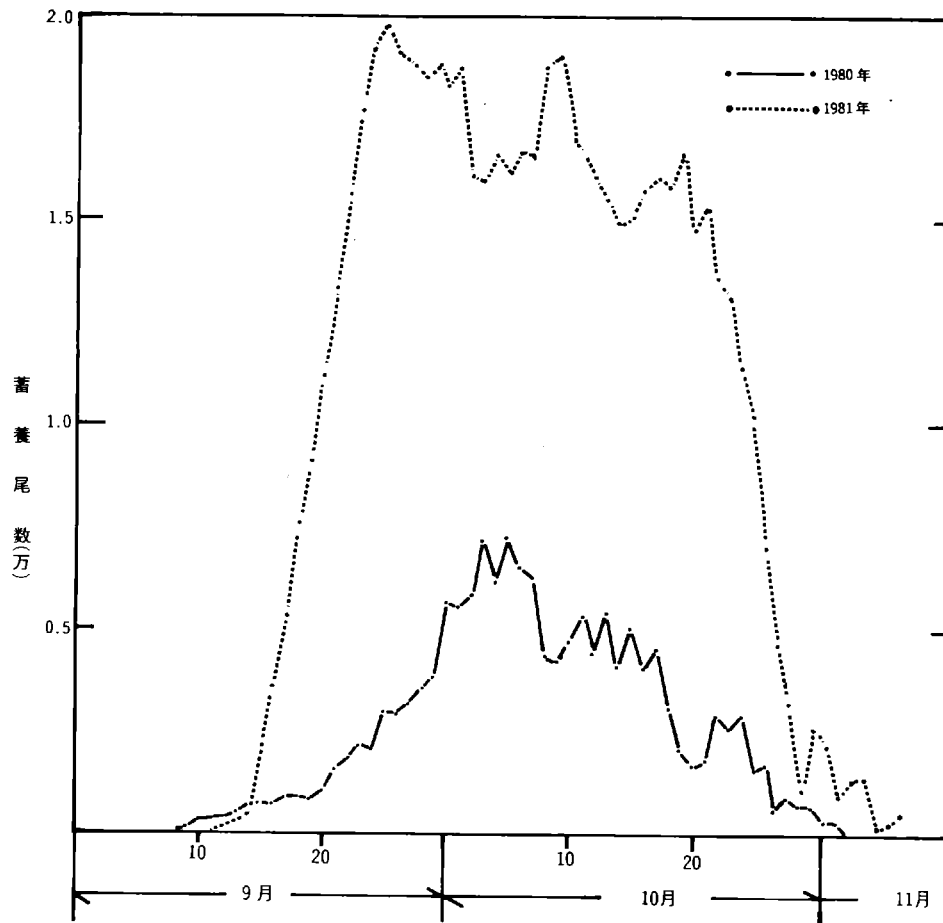


図5 蓄養尾数の日別の変化

表一 蓄養池の溶存酸素量の測定結果

年	月日	溶存酸素 (ppm)	
		注水部	排水部
1980	10.2	10.2	5.9
1980	10.3	10.2	4.0
1980	10.7	13.0	4.9
1981	9.28	8.6	6.4
1981	9.29	9.8	6.6
1981	10.8	10.2	8.2

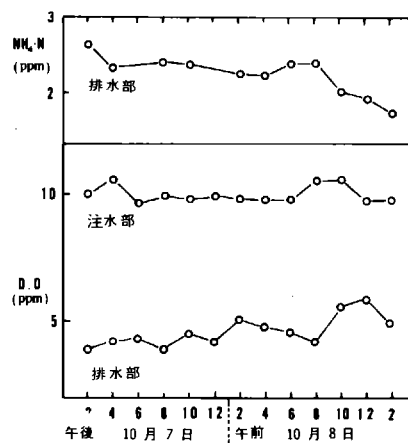


図6 蓄養池内の溶存酸素およびアンモニア態窒素の日内変化

天然成熟親魚からの本菌の検出率：天然成熟親魚からの本菌の検出を1980年には10月11日より12月1日まで6回計420尾、1981年には千歳支場内のサケ稚魚飼育池まで溯上した天然成熟親魚について9月10日より10月1日まで3回、計182尾、西越捕獲場の天然成熟親魚については10月2日より11月24日まで計402尾について試みた。供試した天然成熟親魚からの本菌の検出率は1980年には0~15.0%、1981年には0~31.6%を示した。1980年には7回の調査中10月27日に15.0%と高い検出率を示したが、他は0~6.6%と低く、特に12月12日には供試した60尾いずれのからも本菌は検出されなかった(図-7、表-2)。1981年における本菌の天然成熟親魚からの本菌の検出率については、前記したように、千歳支場内のサケ稚魚飼育池に溯上した親魚と、西越捕獲場で捕獲した天然成熟親魚について検討した。サケ稚魚飼育池に溯上した天然成熟親魚からの本菌の検出率は3.3~8.3%と低い値を示した(表-2)。西越捕獲場における検出率は1980年における天然成熟親魚からの検出率より高い値を示した。10月9日には60尾の供試尾中31.6%にあたる19尾から本菌が検出されたが、11月8日、11月14日、11月24日の3回の調査では本菌の検出はいずれも陰性に終わった。1980年および1981年において、天然成熟親魚からの本菌検出率が増加した時期は、いずれも、河川へのサケ親魚の溯上尾数の増加した時期であった(図-3)。1980年および1981年の本菌検出率を表-2および図-7に示した。

両年度とも供試魚にはせつそう病の典型的な症状は認められなかった。

蓄養魚における本菌の検出率：蓄養親魚における本菌の検出率について1980年には9月9日より10月27日まで計6回、合計360尾、1981年には9月25日より10月31日まで計5回、合計270尾について調査した。検出率は1980年には6.6~41.0%、1981年には10.0~80.0%と高い値を示した。1980年における蓄養親魚からの本菌の検出率は10月12日までの3回の調査では9月9日に6.6%、9月29日に11.6%、10月6日に35.0%、10月12日には41.6%と増加したが、その後の2回の調査では38.3%、21.6%と低下した(表-3)。1981年に行なった5回の調査では9月25日には10%と比較的低い検出率を示したが以後の調査は31.6%から80.4%と高い検出率を示した。特に10月21日には供試した56尾中80.4%にあたる46尾から本菌が検出された(表-3)。いずれの年度においても蓄養親魚からの本菌の検出率と蓄養尾数との関連については図-5、表-3に示したごとく、蓄養尾数の増加に伴い検出率の増加が認められた。すなわち1980年には蓄養池の収容親魚数は10月5日に最高の7,366尾に達したが、蓄養親魚からの本菌検出率は10月12日に41.6%と最高の値を示した。1981年には10月9日に19,081尾の収容尾数のピークを示しその後10月25日まで10,000尾以上の収容尾数が連続している。本菌の検出率もこれら収容尾数の増大した時期には高い値を示した。

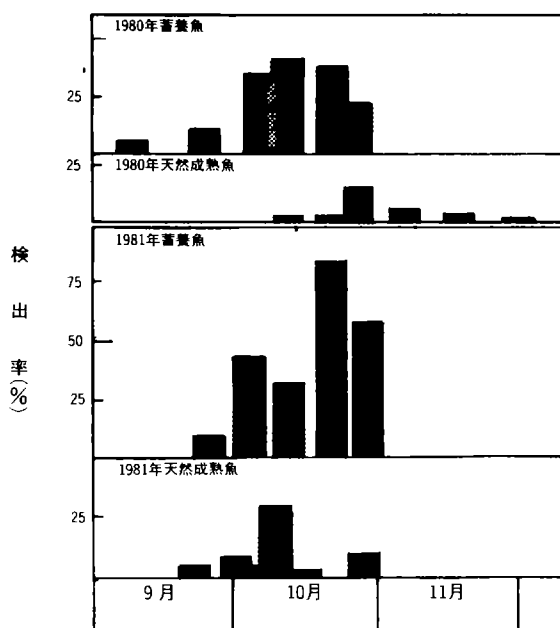


図7 *Aeromonas salmonicida* の検出率

表一 2 千歳川における天然成熟魚からの *Aeromonas salmonicida* の検出率

年	月	日	供試尾数	検出尾数	検出率(%)
1980	10	12	60	1	1.6
	10	21	45	1	1.6
	10	27	40	6	15.0
	11	6	60	4	6.6
	11	17	60	2	3.3
	12	2	60	1	1.6
	12	12	60	0	0
1981	9	12	60	2	3.3 ※
	9	22	64	2	3.1 ※
	10	1	60	5	8.3 ※
	10	3	64	2	3.1
	10	9	60	19	31.6
	10	16	48	1	2.0
	10	28	60	6	10.0
	11	8	60	0	0
11	14	60	0	0	
11	24	60	0	0	

※図・2のサケ稚魚飼育池まで溯上したサケ親魚

いずれの供試魚についても、前述の天然成熟親魚と同様に、せつそう病の症状を呈する個体は認められなかった。

蓄養親魚における本菌検出率と年令の関係を明らかにするために1980年の供試魚についてウロコから年令を常法により求めた。供試魚の年令組成は3年魚が供試魚の46.3%，4年魚が50.2%，5年魚が0.8%，同定不明が2.5%であったが、調査前半には4年魚の割合が高く、後半には3年魚の割合が高かった(図一8)。各年令別の本菌の検出率は3年魚で30.5%，4年魚からの検出率は22.1%であったが、5年魚からは本菌は検出されなかった。各調査日における年令別の検出率を図一8に示した。

表一 3 千歳川における蓄養魚からの *Aeromonas salmonicida* の検出率

年	月	日	供試尾数	検出尾数	検出率(%)
1980	9	9	60	4	6.6
	9	29	60	7	11.6
	10	6	60	21	35.0
	10	12	60	25	41.6
	10	21	60	23	38.3
	10	27	60	13	21.6
	9	25	60	6	10.0
1981	10	3	40	17	42.5
	10	12	60	19	31.6
	10	21	60	39	80.3
	10	29	54	32	57.4

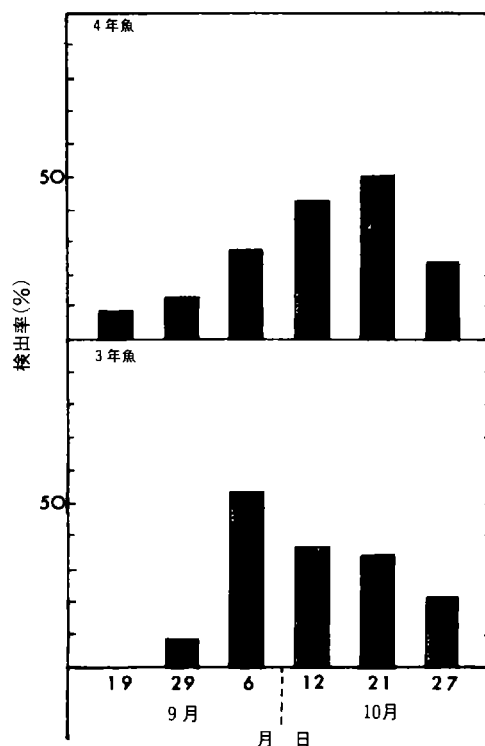


図8 年齢別の *Aeromonas salmonicida* の検出率

考 察

著者らは前報(野村・木村 1981)において、北海道内の主要河川に溯上した外見上正常なサケ・カラフトマス親魚から本菌が検出されたことを報告した。同様に外見上正常なサケ科魚類からの本菌の検出については、著者(野村 1978)、RABB and McDERMOTT (1962)、BULLOCK and SNIESZKO (1969)、BULLOCK and STUCKEY (1975)らの報告がある。いずれの報告においてもこれら外見上正常な個体からの本菌の検出率は供試魚の生理状況により大きく変動することが示唆されている。また McCRAW (1952) は成熟に伴って本菌への感受性が増加することを示し、KINGUSBURY (1961) は飼育中の溶存酸素量と本菌の感染によるせつそう病の発生に関連があると報告している。

本研究でも、本菌の検出率が、河川内で成熟した天然成熟親魚と、蓄養池内で成熟した蓄養親魚とでは大きな差が認められた。前報(野村・木村 1981)における検出率も、天然成熟親魚では低く、蓄養親魚では高い傾向を示しており、本菌の検出率に催熟のための蓄養が大きく影響していることは明らかであろう。本菌の検出率が蓄養親魚において高率であった理由については、種々の事が考えられるが、前記のように現状におけるサケ親魚の蓄養条件は決して良好なものではなく、収容尾数の増加した時期には、飼育水中の溶存酸素の低下、アンモニア態窒素の増加を招いている。これら蓄養条件の悪化がストレスとして親魚に作用し、本菌の検出率の増加を招いたとも考えられる。また蓄養親魚においては成熟度合の判定のための選別により、必然的に親魚の取り扱い回数も増加し、体表、鰓等への損傷の発生も多く、これらが、本菌の侵入門戸となっているとも考えられる。

これらの結果から人工管理下における催熟のための蓄養そのものが本菌の検出率を増加させるとの推論もあろうが、供試した蓄養親魚における蓄養日数は調査回数が増すごとに短くなっているため、前記したように仮定すると、本菌の検出率は調査初期には高く、後期には低くなるはずである。しかし表一2に示したごとく本菌の蓄養親魚からの検出率から明らかなようには、蓄養期間の長い、調査初期には低く、以後蓄養期間が短くなるにつれて高くなっている。結果にも、本菌の検出率の増加が蓄養尾数の増加に伴っていること、さらに、より高密度で蓄養期間も長かった 1981 年における検出率が、1980 年より高い値を示したことを合せ考えると、蓄養そのものが本菌の検出率の増加を招くとするよりも、劣悪な蓄養条件が本菌の検出率の増加を招くと考えるのが適当であろう。

1981 年における検出率が 1980 年より高かった理由としては、1981 年には 1980 年の 2.3 倍にも及ぶサケ親魚が千歳川に溯上したため、蓄養池の面積も増大し、単位面積当りの収容尾数の減少を計ったが、1980 年よりも長期に渡って高い収容密度の期間が継続したためと考えられる。

今後蓄養条件と本菌の検出率の関連についてさらに詳細に検討する必要があるが、本研究における結果から推察するに、より良好な条件での蓄養を試みるならば本菌検出率の低下を計ることも可能であろうと推察される。

天然成熟親魚においても 1981 年における検出率は 1980 年における検出率より高い値を示した。前記したように 1981 年には大量の親魚の溯上が見られており、溯上尾数の差が検出率に影響を与えたとも考えられる。千歳川への溯上状況に記したごとく、両年度とも溯上尾数の最大となった時期には捕魚車による捕獲尾数が溯上尾数の増加に追いつかず、捕魚車下流に多数の親魚の滞留が認められ、本菌の天然成熟親魚からの検出率もこの時期には増加している。また溯上尾数の減少に伴ない検出率も低下していることから

も本菌検出率が河川への溯上尾数の変化に関連があるとも考えられ、河川内での高密度の棲育状況が蓄養池内とほぼ同様の影響を親魚にあたえたと考えられる。

1981年において西越捕獲場よりさらに上流に溯上し蓄養池に隣接するサケ稚魚飼育池まで溯上した天然成熟親魚からの本菌の検出率は、やはり蓄養親魚からの検出率より低い値を示した。これらの天然成熟親魚は、蓄養池の取水口の上流部分まで溯上したことが確認されており、このことは同一の地点においても、その成熟に至る過程の差により本菌検出率に差が出現することを示すものである。

最後に本菌検出率と供試魚の年令についてであるが、調査期間中の検出率は3年魚が4年魚に比較して約10%高い検出率を示した。McCRAW (1952), HERMAN (1968)も本菌のカワマスからの検出率は年令により影響を受けるとしている。しかし河川に溯上するサケ親魚の年令組成は溯上時期により変動し、早期には4年魚の示める比率が高く、後期には3年魚の比率が増加する。本菌の検出率は表-2に示したように3年魚の比率の増加する後期に増加するため、3年魚からの検出率が高い値を示したものと考えられる。

以上のように、本菌のサケ親魚からの検出率は、親魚を催熟のため蓄養するか否かにより大きく影響されることは明らかであろう。1980年および1981年においては千歳川におけるサケ親魚にはせつそう病による多量の斃死は出現していない。しかし、これら高率に*A. salmonicida*が検出されることは、卵を経由しての感染サイクルを形成すると考えられ、せつそう病の予防の点からも、検出率の低下を計る必要がある。前記したように蓄養を低密度で良好な条件で行うなら、本菌の検出率を低率にすることは可能であろう。このため蓄養施設の整備、および計画的な河川へのサケ親魚の溯上を計る必要がある。

要 約

1. 石狩川の一支流千歳川に溯上したサケ親魚の腎臓からの*Aeromonas salmonicida*の検出率を、蓄養親魚と天然成熟親魚について比較検討した。
2. 蓄養親魚からの本菌の検出率は天然成熟親魚より高く、蓄養尾数との相関も認められた。
3. 天然成熟親魚からの検出率は低率であったが、溯上尾数の増加に伴い検出率の増加が認められた。

謝 辞

本研究の実施にあたっては、北海道さけます増殖事業協会安藤孝雄事業係長および職員の皆様には多大の労を煩せた。記して深謝いたします。

文 献

- BUCHANAN, R. E., and N. E. GIBBONS (eds) 1974: Bergey's manual of determinative bacteriology. 8th ed. Williams and Wilkins, Co., Baltimore. 1246 pp.
- BULLOCK, G. L., and H. M. STUCKEY 1975: *Aeromonas salmonicida*: Detection of asymptotically infected trout. Prog. Fish-Cult., 37: 237—239.
- BULLOCK, G. L. and S. F. SNIESZKO 1969: Bacteria in blood and kidney of Apparently healthy hatchery trout. Trans. Am. Fish. Soc., 98: 268—271.
- HERMAN, R. L. 1968: Fish furunculosis 1952—1966. Trans. Am. Fish. Soc., 97: 221—230.

千歳川における *Oncorhynchus keta* 親魚からの *Aeromonas salmonicida* の検出

- KINGSBURY, O. R. 1961: A possible control of furunculosis. *Prog. Fish-Cult.*, 23: 136—137.
- 小林哲夫 1977. 今月の訪問(63). 水産庁北海道さけますふ化場. 遺伝 8月号. 60—64.
- MACMILLAN, J. R., and D. MULCAHY 1979: Artificial transmission to and susceptibility of Puget Sound fish to viral erythrocytic necrosis (VEN). *J. Fish. Res. Bd Can.*, 36: 1097—1101.
- MCCRAW, B. M. 1952: Furunculosis of fish. U. S. Fish Wildl. Serv. Spec. Sci. Rep. Fish., 84, 87 pp.
- 野村哲一 1978: ニジマス雌親魚の採卵後の斃死について—II. *Aeromonas salmonicida* の検出率. さけますふ化場研報(32), 43—48.
- 野村哲一, 木村喬久 1981: 北海道内の主要河川に溯上するサケ (*Oncorhynchus keta*), カラフトマス (*O. gorbuscha*), サクラマス (*O. masou*), ヒメマス (*O. nerka*) 親魚における *Aeromonas salmonicida* の保有状況. 魚病研究 16(2), 69—74.
- RABB, L. and McDERMOTT 1962: Bacteriological studies of freshwater fish II. Furunculosis in Ontario fish in natural waters. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 19: 989—995.