HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	北海道南部海域における秋サケの漁況予報技術に関する研究－Ｉ：遡河量の変動現象と人工衛星情報の利用について
Author(s)	佐野, 典達; 中村, 哲也; 安間, 元
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 38(3), 221-238
Issue Date	1987-08
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/23956
Type	bulletin (article)
File Information	38(3)_P221-238.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

北 大 水 産 彙 報
38(3), 221-238. 1987.

北海道南部海域における秋サケの漁況予報技術に関する研究—I 遡河量の変動現象と人工衛星情報の利用について

佐野　典達*・中村　哲也**・安間　　元**

Studies Concerning the Forecast Technique of Fall Chum Salmon Fishery Fluctuations in the South Hokkaido Sea—I Fluctuations in the number of spawners in salmon runs and the application of satellite information

Noritatsu SANO*, Tetsuya NAKANURA**
and Gen ANMA**

Abstract

Practically all salmon rivers in the Hokkaido region have hatcheries which catch salmon for egg collection. Hence, the relative sizes of the fall chum salmon populations in these rivers are reflected by the number of salmon caugth at the hatcheries in each river. Table 1 gives the fall chum salmon catches along the Hokkaido coast for 1980 through 1985. Year-to-year and day-to-day changes in the coastal and river catches of fall chum salmon during the above period are illustrated in Tables 2 and 3. We carried out a comparison of the fall chum salmon catch results with the calculated results based on an analysis using the power spectral method.

Remote sensing of the ocean in playing an increasingly important role in fishery research. Satellite sensors provide extensive and detailed images of sea surface temperature. Synoptic daily sampling by satellite can provide a unique view of the ocean surface that can be extremely useful when used in conjunctin with conventional shipboard data.

We wish to report herein on several findings obtained as a result of our investigation on the fluctuations in fall chum salmon catches. Note however, that we have conducted the present research primarily to gather reference data on the number of spawning fish in individual rivers. Therefore, this data is still insufficient and the investigation is still in progress.

緒　　言

近年，サケ稚魚の放流尾数の増大と給餌による放流稚魚の大型化によって，北海道沿岸海域に回帰する秋サケの資源量が増加し，本道の各河川における捕獲尾数も増加傾向にある。

筆者らは，サケ・マス資源現存量の推定に魚探情報を用いる方法について，既に報告した。[1,2,3] しかしながら，ミクロ的にみると，秋サケの各海区の沿岸漁獲量や各河川に遡上し捕獲された親魚数に年変動が観察される。また各河川では，初捕獲日，毎日の捕獲尾数，雌雄混合割合，年齢

* 北海道大学水産学部漁業測器学講座
(*Laboratory of Instrument Engineering for Fishing, Faculty of Fisheries, Hokkaido University*)
** 北海道大学水産学部附属練習船おしょろ丸
(*Training Ship "Oshoro Maru", Faculty of Fisheries, Hokkaido University*)

組成，捕獲終了日などにも年変動がある。この遡上における変動現象の解析と，その諸要因を究明し，沿岸海域における秋サケ漁況の正確な予報ができる技術の確立を目的とする。

本研究では，北海道南部河川に回帰した秋サケの遡河現象と沿岸海区の環境との間に，複雑に影響を及ぼしている諸要因を究明する。まず，漁獲統計資料に基づいて，遡河量の変動現象を解析し，次に物理的環境の変化と遡河捕獲量の変動について，解析を試みる。特に，環境要因として，表面水温の変動現象を人工衛星情報を用い，同時的，広域的にモニターし，さらに調査船による海洋観測資料と照合しながら検討する。この遡河捕獲量の変動現象を構成する諸要因とその相互作用が解明できれば，秋サケの漁況予報や沿岸回帰資源量と河川に遡上する親魚数の予測技術の確立が可能となり，資源管理に科学的な新手法の開発も可能となろう。今回，1985 年の資料を中心に北海道南部海域と同地区にある各河川に限定し，秋サケの回帰来遊する資源の正確な漁況予報を可能にする技術の確立を目的として研究を行い，若干の知見を得たので報告する。

北海道における秋サケの回帰資源量

1980 年から 1984 年まで，北海道における海区別サケの沿岸漁獲量，河川捕獲数を表 1 に示す。[4] 表 1 によれば，北海道の総漁獲量は，1980 年 15,445 千尾から 1984 年には 21,573 千尾と変動し，さらに過年度と比較すれば，年毎に増減を繰り返している。また各海区別漁獲量の変動を 1980 年を 100 とした変動指数を表 2 に示す。表 2 から 1981 年と 1983 年は全道的に豊漁であったが，1984

Table 1. Average number of fall chum salmon by coastal areas and in various rivers of Hokkaido between 1980 to 1984. (data from Fisheries Agency of Hokkaido, Salmon Hatchery).

Region	Area \ Year	1980	1981	1982	1983	1984
Okhotsk sea	Coast	3,332	5,599	3,993	4,793	3,223
	River	562	175	375	331	477
	Total number	3,894	5,774	4,368	5,124	3,700
Japan sea	Coast	407	799	734	1,168	1,839
	River	158	313	240	431	292
	Total number	565	1,112	974	1,599	2,131
Nemuro sea	Coast	4,011	5,365	5,822	6,241	5,882
	River	412	397	439	411	369
	Total number	4,423	5,762	6,261	6,652	6,251
East of Cape Erimo	Coast	4,164	5,251	5,051	4,891	4,257
	River	345	508	515	306	313
	Total number	4,509	5,759	5,566	5,197	4,570
West of Cape Erimo	Coast	1,871	3,282	2,670	4,142	4,541
	River	183	237	201	300	380
	Total number	2,054	3,519	2,871	4,442	4,921
Hokkaido Grand Total	Coast	13,785	20,296	18,270	21,235	19,742
	River	1,660	1,630	1,770	1,779	1,821
	Total number	15,445	21,926	20,040	23,014	21,573

Unit: thousands of fish

Table 2. Index values designated to total catch of fall chum salmon in Hokkaido regions.

Region \ Year	1980	1981	1982	1983	1984
Okhotsk sea	100	148.3	112.2	131.6	95.0
Japan sea	100	196.8	172.4	283.0	377.2
Nemuro sea	100	130.3	137.0	150.4	141.3
East of cape Erimo	100	127.8	123.5	115.1	101.4
West of cape Erimo	100	171.3	140.6	216.3	239.6
Hokkaido grand total	100	142.0	129.8	149.0	139.7

(Fisheries Agency Salmon Hatchery data)

Table 3. Index values designated to total coastal and river catches of fall chum salmon in Hokkaido regions.

Region	area \ Year	1980	1981	1982	1983	1984
Okhotsk sea	Coast	100	168.0	119.8	143.8	96.7
	River	100	32.1	66.7	58.9	84.9
Japan sea	Coast	100	196.3	180.3	287.0	451.8
	River	100	198.1	151.9	272.8	184.8
Nemuro sea	Coast	100	133.8	145.2	155.6	146.6
	River	100	96.4	106.6	99.8	89.6
East of cape Erimo	Coast	100	126.1	121.3	117.5	102.2
	River	100	147.2	149.3	88.7	90.7
West of cape Erimo	Coast	100	172.5	142.5	221.4	242.7
	River	100	129.5	109.8	163.9	207.7

(Fisheries Agency Salmon Hatchery data)

年は日本海区とエリモ以西海区が前年度と比較して漁獲量が増加し他海区は減少した。

一方，海区別沿岸及び同地区の河川における秋サケ漁獲量の変動指数の推移をみると，表3に示すように，1980年に比べ隔年毎増加の傾向を繰り返す沿岸地区や河川があり，その推移は顕著である。

北海道南部河川の遡河捕獲数

北海道南部海域を，日本海南部海区，津軽海峡海区及びエリモ以西海区の3海区とし，各海区の河川に遡上し捕獲された秋サケの総雌雄親魚数について，1981年を100とした変動指数を表4に示す。[5] 表4によると，エリモ以西海区では，1981年以降捕獲数が減少し，1985年になって急激な増加傾向を示し，他海区も毎年微増傾向にある。次に一漁期間中に約5千尾以上捕獲した河川について検討する。1981年から1985年まで，日本海南部海区にある河川では厚沢部川だけで，表5に捕獲数の変動指数の推移を示す。厚沢部川では1985年に雌雄親魚数が前年より著しく減少した。

Table 4. Index values designated to spawners caught in southern Hokkaido region, 1981 to 1985.

Region	Year	1981		1982		1983		1984		1985	
		Index	Times of Fishing (days)	Index	Times of Fishing (days)	Index	Times of Fishing (days)	Index	Times of Fishing (days)	Index	Times of Fishing (days)
Southern Japan sea coast	Female	100	95	114.7	101	129.7	91	155.4	96	132.6	102
	Male	100	95	115.0	101	171.6	91	147.6	96	115.7	102
	Sub-Total	100	95	114.0	11	152.4	91	151.2	96	123.4	102
Tugaru strait district	Female	100	80	104.4	88	154.9	80	197.7	85	190.3	101
	Male	100	80	115.5	88	206.7	80	215.2	85	204..3	101
	Sub-Total	100	80	108.1	88	181.7	80	206.8	85	197.6	101
Pacific Coast, west of cape Erimo	Female	100	111	74.6	116	65.0	109	72.1	106	148.1	105
	Male	100	111	76.4	116	74.6	109	80.9	106	187.8	105
	Sub-Total	100	111	75.4	116	69.3	109	76.1	106	166.0	105

(Fisheries Agency Salmon Hatchery data)

Table 5. Index values designated to spawners caught in Atsusabu river, 1981 to 1985.

River	Year	1981		1982		1983		1984		1985	
		Index	Times of Fishing (days)	Index	Times of Fishing (days)	Index	Times of Fishing (days)	Index	Times of Fishing (days)	Index	Times of Fishing (days)
Atsusabu	Female	100	81	101.9	78	131.6	77	200.6	76	124.1	81
	Male	100	81	120.3	78	207.6	77	197.3	76	84.7	81
	Total	100	81	111.8	78	172.3	77	198.3	76	120.9	81

(Fisheries Agency Salmon Hatchery data)

Table 6. Index values designated to spawners caught in Tugaru Strait district, 1981 to 1985.

River	Year	1981		1982		1983		1984		1985	
		Index	Times of Fishing (days)	Index	Times of Fishing (days)	Index	Times of Fishing (days)	Index	Times of Fishing (days)	Index	Times of Fishing (days)
Shiriuchi	Female	100	80	92.6	88	120.7	61	146.4	71	63.1	91
	Male	100	80	103.9	88	183.7	61	110.1	71	71.3	91
	Total	100	80	97.5	88	148.2	61	130.5	71	66.7	91
Kamekawa	Female	100	61	265.0	78	325.1	51	139.7	65	336.7	76
	Male	100	61	250.4	78	269.7	51	123.9	65	340.5	76
	Total	100	61	257.6	78	296.9	51	131.6	65	338.7	76
Daitoubetsu	Female	100	65	88.3	73	301.1	51	691.0	65	1,391.0	78
	Male	100	65	144.1	73	464.8	51	855.5	65	1,408.6	78
	Total	100	65	121.2	73	400.4	51	790.8	65	1,401.7	78
Moheji	Female	100	65	123.2	78	283.4	61	320.7	65	299.2	67
	Male	100	65	133.6	78	342.6	61	328.6	65	264.8	67
	Total	100	65	129.2	78	317.6	61	325.2	65	279.3	67
Hekirichi	Female	100	68	140.5	77	133.0	61	248.8	80	298.1	82
	Male	100	68	161.3	77	175.5	61	362.4	80	412.7	82
	Total	100	68	149.9	77	152.2	61	300.1	80	349.9	82
Shiodomari	Female	100	76	84.9	90	99.8	72	185.6	88	196.9	84
	Male	100	76	68.9	90	107.2	72	169.6	88	175.2	84
	Total	100	76	76.3	90	103.8	72	174.1	88	185.3	84

(Fisheries Agency Salmon Hatchery data)

Table 7. Index values designated to spawners caught in various rivers west of Cape Erimo, 1981 to 1985.

River	Year	1981		1982		1983		1984		1985	
		Index	Times of Fishing (days)	Index	Times of Fishing (days)	Index	Times of Fishing (days)	Index	Times of Fishing (days)	Index	Times of Fishing (days)
Shirikishinai	Female	100	71	56.1	88	54.6	73	52.5	74	92.9	79
	Male	100	71	78.2	88	66.9	73	60.7	74	129.3	79
	Total	100	71	67.4	88	60.9	73	56.7	74	111.6	79
Ofuna	Female	100	61	108.5	78	25.2	61	32.0	65	156.9	9
	Male	100	61	86.9	78	28.8	61	49.6	65	219.0	69
	Total	100	61	100.1	78	26.6	61	38.9	65	181.2	69
Oshironai	Female	100	59	103.8	72	173.6	59	201.0	76	350.5	68
	Male	100	59	114.0	72	230.5	59	267.5	76	568.7	68
	Total	100	59	107.5	72	194.2	59	225.1	76	429.9	68
Otoshibe	Female	100	74	109.9	76	86.0	66	42.3	63	199.1	66
	Male	100	74	66.6	76	45.8	66	33.6	63	104.4	66
	Total	100	74	84.5	76	62.4	66	37.2	63	143.5	66
Torizaki	Female	100	61	380.0	74	337.9	56	431.4	72	859.1	67
	Male	100	61	325.6	74	449.7	56	790.2	72	1,804.9	67
	Total	100	61	360.0	74	378.6	56	562.2	72	1,235.5	67
Yurappu No. 1	Female	100	91	48.6	81	30.9	89	48.2	94	66.3	105
	Male	100	91	37.2	81	28.7	89	42.4	94	103.6	105
	Total	100	91	43.7	81	30.0	89	45.8	94	82.3	105
Yurappu No. 2	Female	100	75	37.1	88	41.0	69	16.4	88	62.5	69
	Male	100	75	72.2	88	66.0	69	22.2	88	68.5	69
	Total	100	75	54.2	88	53.0	69	19.2	88	65.4	69

(Fisheries Agency Salmon Hatchery data)

津軽海峡海区には，一漁期間中5千尾以上捕獲された河川は，知内川，亀川，大当別川，茂辺地川，戸切地川，汐泊川，の6河川あり，これら各河川の捕獲変動指数の推移を表6に示す。表6から1985年に飛躍的に捕獲数が増加したのは大当別川で，1985年に前年に比較して減少傾向を示したのは，茂辺地川と知内川の2河川で，他の河川は増加傾向にある。また大当別川は，1981年から毎年捕獲数が増加傾向にある。

エリモ以西海区で前述と同じ捕獲数をもつ河川は7あり，これら各河川の捕獲変動指数の推移を表7に示す。表7から1981年より捕獲数が毎年増加傾向にあるのは，尾白内川と鳥崎川で，特に鳥崎川の増加は顕著である。尻岸内川，大船川，落部川，遊楽部川第一，第二では1～2年減少後1985年に増加した。

河川捕獲数のパワースペクトル解析

1985年に一漁期間中約5千尾以上捕獲した北海道南部海域にある各河川について，パワースペクトル解析を行った結果を表8に示し，代表例として，茂辺地川で捕獲した秋サケのパワースペクトル解析を図1a), b), c) に示す。

各河川の秋サケ捕獲数について，雌及び雄親魚数及び総親魚数のパワースペクトル解析を行った。いづれの河川でも一漁期間中の捕獲数変動周期のピーク回数は，3～6回あり，短い周期で2.1日から長周期で15日となった。延べ56回の全ピーク中3日以内の周期が全体の44.6%を占め，3～4日以内16.1%，4～5日以内が12.5%，5～6日以内10.7%となり，6日以内のピーク周期をもつ秋サケが83.9%であった。従って，北海道南部海域にある河川では，6日以内の周期で殆どの秋サケが遡上し捕獲される。

海気象観測概況

海気象観測は，図2に示す通り日本海南部海区5観測点，津軽海峡海区4観測点，エリモ以西

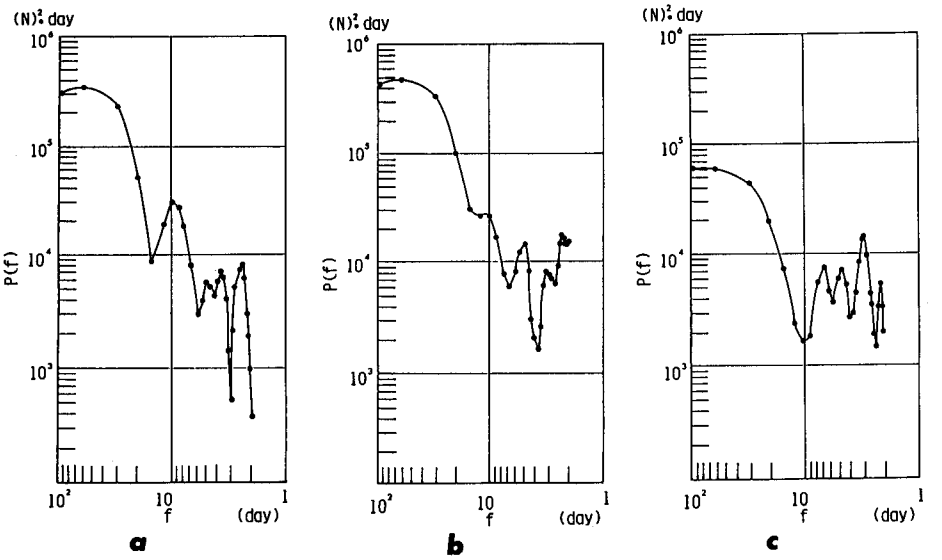

Fig. 1. Power spectrum of fall chum salmon caught in Moheji river, 1985.
a) Female b) Male c) Total

Table 8. Power spectrum of spawners caught in various rivers of southern Hokkaido, September to November 1985.

Region	River		Frequency (day)							Number of peak
Southern Japan sea district	Atsusabu	Female	2.14	2.50	3.16	—	5.46	—	—	4
		Male	2.31	—	3.00	3.75	5.46	—	—	4
		Total	2.14	—	3.00	—	5.46	—	—	3
Tugaru strait district	Shiriuchi	Female	2.14	2.61	—	—	4.62	—	15.0	4
		Male	2.10	2.50	3.33	—	4.00	7.50	—	5
		Total	2.10	2.40	—	3.75	—	7.50	—	4
	Kamekawa	Female	2.30	3.75	5.00	—	—	—	—	3
		Male	2.40	3.75	5.00	6.67	—	—	—	4
		Total	2.40	3.75	5.00	6.67	—	—	—	4
	Daitoubetsu	Female	2.14	2.72	3.15	5.46	—	—	—	4
		Male	2.14	2.73	3.33	5.46	—	—	—	4
		Total	2.14	2.72	3.33	5.46	—	—	—	4
	Moheji	Female	2.40	3.75	5.00	—	10.00	—	—	4
		Male	2.31	3.12	5.00	—	—	—	—	3
		Total	2.14	3.00	4.62	6.67	—	—	—	4
	Hekirichi	Female	2.14	4.00	5.46	—	—	—	—	3
		Male	2.14	4.00	5.46	—	—	—	—	3
		Total	2.14	4.00	5.46	—	—	—	—	3
	Shiodomari	Female	2.31	2.86	—	4.62	6.67	—	—	4
		Male	2.22	2.40	3.53	—	6.67	—	—	4
		Total	2.14	3.00	—	4.62	6.67	—	—	4
	Shirikishinai	Female	2.22	2.61	3.00	4.29	—	6.00	—	5
		Male	2.22	2.61	3.00	4.29	—	6.00	8.50	6
		Total	2.24	2.86	—	4.00	5.45	—	8.57	5
West of cape Erimo district	Ofuna	Female	2.31	—	3.16	5.46	—	—	—	3
		Male	2.31	2.61	3.16	—	—	—	—	3
		Total	2.30	—	3.16	5.46	—	—	—	3
	Oshironai	Female	2.22	2.61	3.33	5.00	—	—	—	4
		Male	—	—	3.33	—	—	6.67	—	2
		Total	2.30	2.73	3.33	—	6.00	—	—	4
	Otoshibe	Female	2.73	4.29	—	6.67	—	12.00	—	4
		Male	2.61	—	5.00	—	7.50	—	—	3
		Total	2.73	—	5.00	6.67	—	—	15.00	4
	Torizaki	Female	2.14	2.73	3.33	—	5.46	—	7.50	5
		Male	2.22	2.61	3.33	4.00	5.46	6.67	—	6
		Total	2.14	—	3.00	4.62	—	6.67	—	4
	Yurappu No. 1	Female	2.14	2.61	3.16	3.75	6.00	—	—	5
		Male	2.22	2.61	3.16	3.75	6.00	—	—	5
		Total	2.14	2.61	3.16	3.75	6.00	—	—	5
	Yurapp No. 2	Female	2.31	2.50	3.00	3.53	4.62	6.67	—	6
		Male	—	2.50	—	—	4.62	—	8.57	3
		Total	2.07	2.40	3.00	—	4.62	—	8.57	5

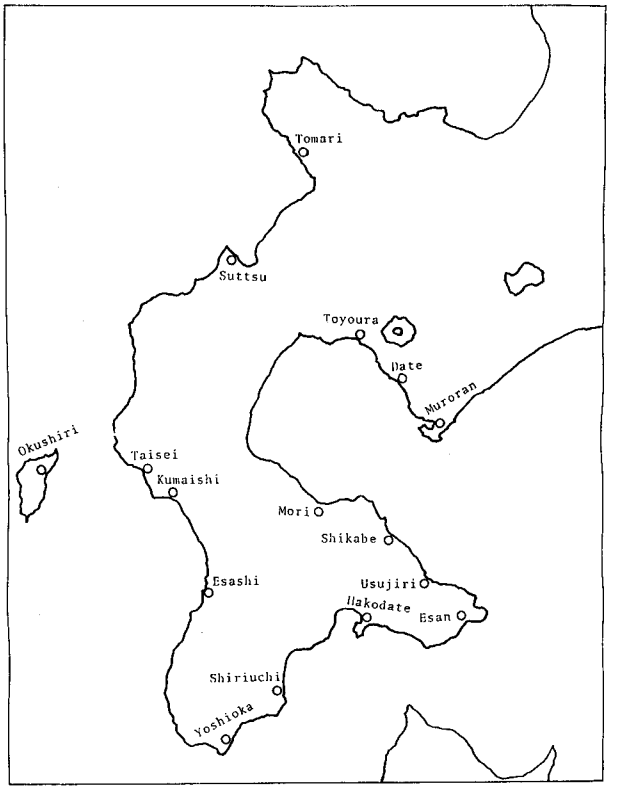

Fig. 2. Position of observations.

海区 6 観測点の計 15 観測点で行った。表 9 は，気温の旬間平均値を示す。10 月下旬から 11 月上旬にかけて，約 0.7°C の上昇傾向を示し，11 月上旬から中旬にかけて約 5.3°C の下降傾向を示した。

表 10 は，表面水温の旬間平均値を示す。この観測結果から，水温の特異現象は認められない。ただ同一観測点では，9 月から 12 月末にかけて，水温の下降傾向が観測された。

表 11 は，観測点における 9 月から 12 月末まで，旬間毎の雨天日数を示す。9 月中旬，10 月下旬，12 月上旬に雨天日が少なかった。雨量に関する資料がないので，河川の水量変化については不明である。しかし，日本海南部海区に雨天日が平均 12.3 日と多く，津軽海峡海区が平均 9.7 日，エリモ以西海区が平均 9.2 日で，日本海側が雨天日が多かった。

表 12 は，各観測点で 9 月から 12 月末までに，波浪はあるが 10 頓以上の漁船なら出漁できる強風荒天日と，波浪が高く漁船は全く出漁できない暴風荒天日の総日数を示す。この観測によると日本海海区が全体の荒天日の 53.6% を占め，観測点平均 31.4 日となり，津軽海峡海区が 11.9% 観測点平均 11.7 日，エリモ以西海区が 34.5% 観測点平均 20.2 日となり，日本海海区が荒天日が多く，津軽海峡海区が一番静穏であった。

人工衛星情報による海況

リモートセンシング情報として，米国海洋大気管理庁 (NOAA) で管理している極軌道気象衛

Table 9. Average temperature at various stations in southern Hokkaido, recorded every ten days from September to December, 1985.

Region	Station	September			October			November			December		
		1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31
Southern Japan sea district	Tomari	19.0	18.3	16.0	—	5.3	5.3	6.3	2.7	−2.1	−6.0	−6.5	1.0
	Suttsu	21.6	18.6	16.3	15.9	12.3	9.5	10.2	3.5	0.6	−1.3	−3.8	−0.9
	Okushiri	25.9	24.0	19.7	18.2	16.9	15.5	13.9	9.1	5.0	4.2	2.7	2.5
	Taisei	22.6	17.3	15.7	15.2	11.8	9.0	9.5	3.9	2.0	−0.8	−3.2	−0.3
	Kumaishi	—	19.4	17.4	16.2	13.3	9.2	9.8	6.0	3.3	0.4	−1.4	−0.9
	Esashi	24.0	19.3	17.5	17.1	13.7	10.6	11.8	5.8	3.2	0.8	−2.1	—
Tugaru strait district	Yoshioka	23.5	19.0	16.8	15.8	12.9	9.2	9.7	4.4	2.2	−0.6	−3.3	−0.5
	Shiriuchi	24.3	21.3	18.9	17.4	14.7	12.4	11.7	7.1	2.6	−0.03	—	1.0
	Esan	24.2	19.3	19.5	18.2	14.2	10.6	11.7	5.6	4.8	3.1	—	−2.6
West of cape Erimo district	Usujiri	22.8	18.7	17.1	16.4	13.6	10.6	11.2	5.9	3.1	1.1	−1.4	0.7
	Shikabe	23.1	20.0	17.8	17.5	14.0	11.4	12.1	6.4	3.5	0.5	−1.7	0.9
	Mori	24.5	20.4	17.9	17.1	13.8	11.4	12.1	5.7	3.4	0.7	—	0.7
	Toyoura	23.8	20.0	20.2	20.1	16.2	15.9	—	—	5.0	2.9	3.3	0.6
	Date	22.7	18.7	16.3	16.0	12.9	10.0	10.4	4.9	1.7	−1.2	−4.5	−0.8

(Hokkaido Aquaculture Development Authority data)

Table 10. Average surface temperature at various stations in southern Hokkaido, recorded every ten days from September to December, 1985.

Region	Station	September			October			November			December		
		1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31
Southern Japan sea district	Tomari	22.0	21.9	19.9	18.4	16.8	14.8	14.0	12.1	10.5	8.6	7.7	7.7
	Suttsu	21.5	20.9	19.3	17.3	16.0	14.0	12.9	12.0	10.4	9.2	7.5	6.9
	Okushiri	23.8	22.7	21.4	18.6	17.3	14.9	14.0	12.5	10.9	8.8	7.4	7.9
	Taisei	24.6	23.0	21.2	19.3	18.4	16.8	15.2	14.5	13.5	11.7	10.4	9.4
	Kumaishi	—	21.4	20.1	18.7	17.3	15.6	13.6	11.8	9.6	8.2	7.2	6.2
	Esashi	24.0	22.5	20.5	17.9	17.2	13.8	13.8	12.2	10.5	9.3	7.1	—
Tugaru strait district	Yoshioka	22.2	21.8	19.9	17.5	17.6	15.3	14.5	13.8	12.8	11.5	10.3	9.5
	Shiriuchi	22.6	23.0	20.5	18.6	18.7	16.8	16.0	15.2	13.9	12.4	—	10.1
	Esan	21.1	19.4	18.2	15.8	15.6	14.3	13.4	10.9	10.5	10.2	—	7.6
West of cape Erimo district	Usujiri	21.3	20.2	17.8	16.0	15.3	13.4	12.8	10.5	8.7	7.5	7.5	7.4
	Shikabe	21.4	20.6	18.0	16.1	15.8	13.3	12.2	10.7	8.9	7.3	5.8	4.9
	Mori	22.7	21.3	18.5	16.7	15.5	13.7	11.5	11.0	9.3	7.8	—	4.6
	Toyoura	22.3	20.5	18.5	16.6	15.7	12.4	11.5	10.4	7.8	6.4	4.9	4.3
	Date	21.8	19.6	17.2	15.8	14.9	12.3	11.7	10.1	8.0	6.6	5.2	4.9
	Muroran	19.7	18.4	16.6	15.5	14.3	12.4	12.3	10.5	8.2	6.5	5.9	6.6

(Hokkaido Aquaculture Development Authority data)

Table 11. Number of rainy days at various stations in southern Hokkaido recorded every ten days from September to December, 1985.

Region	Station	September			October			November			December		
		1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31
Southern Japan sea district	Tomari	1	—	—	—	2	—	—	2	1	—	—	—
	Suttsu	2	1	1	4	1	2	1	1	1	1	—	—
	Okushiri	2	—	2	2	2	1	—	—	—	—	—	1
	Taisei	3	1	1	3	2	—	1	—	2	—	—	—
	Kumaishi	—	1	1	2	3	1	—	2	2	1	—	—
	Esashi	1	1	2	3	2	2	3	2	1	—	—	—
Tugaru strait district	Yoshioka	—	1	2	2	4	—	1	1	—	2	—	—
	Shiriuchi	3	1	1	1	2	—	1	—	1	—	—	—
	Esan	—	1	—	1	—	1	—	1	1	1	—	—
West of cape Erimo district	Usujiri	—	1	2	2	1	—	1	—	2	1	—	—
	Shikabe	2	—	2	1	—	—	2	1	1	—	—	—
	Mori	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Toyoura	1	—	1	2	3	—	1	2	—	1	—	—
	Date	—	—	—	1	—	—	2	2	—	—	—	—
	Muroran	1	—	2	3	1	—	—	2	1	1	—	—

(Hokkaido Aquaculture Development Authority data)

Table 12. Number of strong gale days at various stations in southern Hokkaido recorded every ten days from September to December, 1985.

Region	Station	September			October			November			December		
		1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31
Southern Japan sea district	Tomari	2	—	1	3	6	3	1	8	4	5	4	4
	Suttsu	1	—	3	4	4	2	3	1	3	1	3	5
	Okushiri	2	—	3	4	—	1	4	1	3	—	—	—
	Taisei	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Kumaishi	—	—	2	3	2	1	—	4	5	5	4	4
	Esashi	2	—	2	3	4	3	1	9	6	4	7	—
Tugaru strait district	Yoshioka	2	—	2	5	2	1	1	4	1	—	1	—
	Shiriuchi	1	1	1	4	—	—	7	—	1	—	—	—
	Esan	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
West of cape Erimo district	Usujiri	1	4	2	4	2	2	4	—	2	2	1	2
	Shikabe	1	1	2	3	—	1	1	—	—	—	1	1
	Mori	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Toyoura	2	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	1
	Date	—	—	1	2	—	—	1	—	—	—	—	3
	Muroran	1	1	3	7	5	1	2	6	6	5	8	7

(Hokkaido Aquaculture Development Authority data)

a

b

c

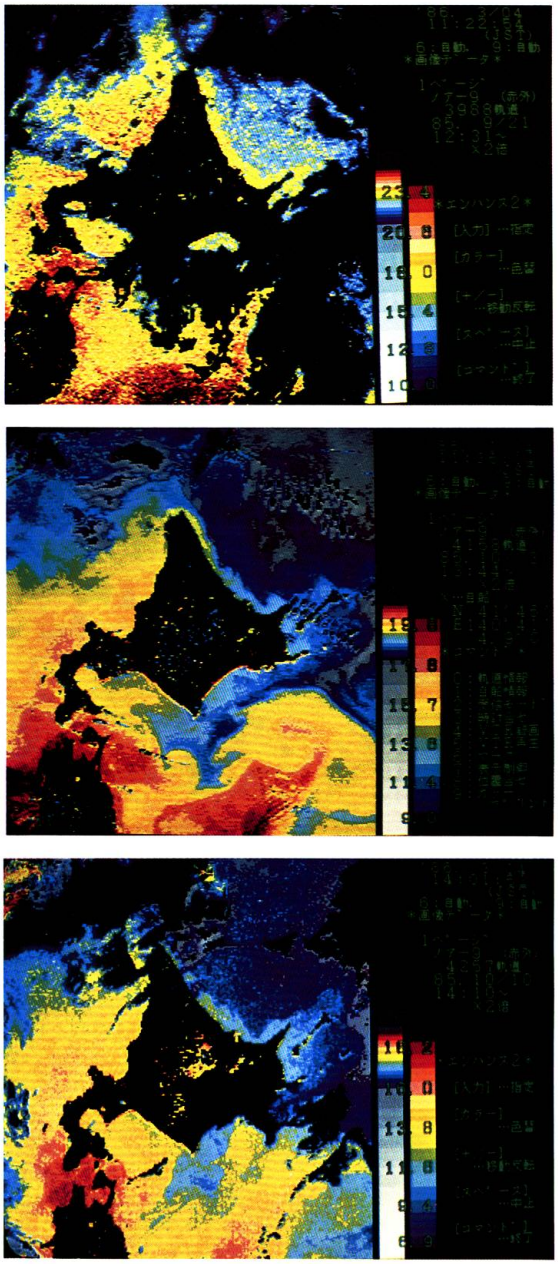

Photo 1. Distribution of sea surface temperatures (°C) from NOAA-9 Advanced Very High Resolution Radiometer, corresponds to instantaneous sea surface temperature pattern.

a) Time of observation ; 12 : 30 on September 21, 1985.

b) Time of observation ; 13 : 44 on October 3, 1985.

c) Time of observation ; 14 : 10 on October 10, 1985.

星から，VHF 帯の電磁波で伝送されてくる可視及び赤外線チャンネルのデータ信号を，オートマチック・ピクチャー・トランスミッション (APT) システムで直接船上で受信し，信号処理後，モニター・ブラウン管上に海表面温度をカラー画像として表示する。この NOAA 衛星には，改良型超高解像度放射計，垂直温度分布放射計などを搭載し，地球表面の放射エネルギーを探知し A/D 変換後地上に送信する。この信号を地方時 8 時と 19 時及び 1 時と 14 時頃，反射器付きターンスタイルアンテナーで受信し，コンピュータ処理を行い D/A 変換後，リアルタイムでカラーCRT 上に表示する。

最大表示範囲は，東西方向約 3,000 km，距離分解能は可視及び赤外線画像共約 2 km，海表面温度分布の最小温度分解能は約 0.5°C で 16 階調の色別に表示する。

本研究で，NOAA 9 号のデータを使用したのは，昼間可視及び赤外線両チャンネルを活用できるためと，受信時表示範囲に存在する雲の分布が判り，気象情報と海況情報が取得出来るためである。また，表面水温は，白黒またはカラー画像で 2 平方 km のピクセルで温度を色調別または濃淡で相対的に表示する。従って，正確な自船位置及び既知温度により修正しなければ，高精度の海表面温度データは得られない。今回，受信装置を設備した北大練習船おしょろ丸 (1383 頓) で，その上空が晴天で人工衛星との間に雲や霧等の衛星機器に誤差を誘導する要因がない場合，同時性，広域性，反復再現性等の特徴が発揮された人工衛星情報が得られた。

NOAA 9 号の情報を函館湾に停泊中のおしょろ丸で受信した代表録画例として，写真 1-a) は 1985 年 9 月 21 日 12 時 30 分に雲の影響の比較的多い場合の例，写真 1-b) は 1985 年 10 月 3 日 13 時 44 分，写真 1-c) は 1985 年 10 月 10 日 14 時 10 分に，それぞれ記録した良好な赤外線画像例である。

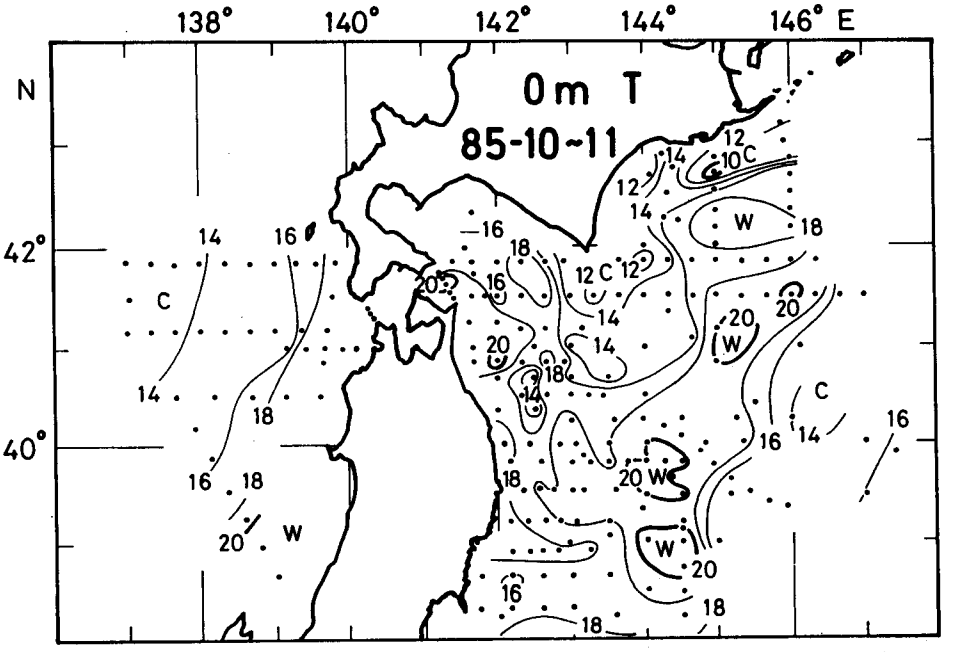

Fig. 3. Location of atomospheric and oceanographic stations and distribution of surface temperature in October, 1985. (data from Hakodate Marine Observatory).

観測船による津軽海峡・北海道南沖・日本海海洋観測概況（函館海洋気象台資料）[6]

観測船高風丸（346 頓）により，1985 年 10 月 3 日から 11 月 5 日までの海表面温度観測結果を図 3 に示す。親潮第一分枝は，道東沿岸に幅狭く分布しエリモ岬の南 41°10′N 付近まで張り出している。親潮第二分枝は，三陸沖にある大型暖水塊の東側から南西に張り出し，38° N 以南に達している模様である。また，三陸沖の 38°30′N から 42° N, 144° E にかけて，長径約 240 浬，短径約 60 浬の大型暖水塊が分布している。

遡河量に影響する生態的要因

北海道南部地区にある河川に遡上する秋サケ親魚は，8 月中旬頃から河川沖合いに来遊し遡上すべき母川の河口を探しながら，成熟し産卵に適するまで遊泳し，しかるのち順次遡上し種々な漁具で全数捕獲されるので，その尾数に日変動が観察される。

水産庁が 1984 年に津軽海峡海区の函館沖と椴法華沖の 2 ヶ所で標識放流試験を行った。[7] 標

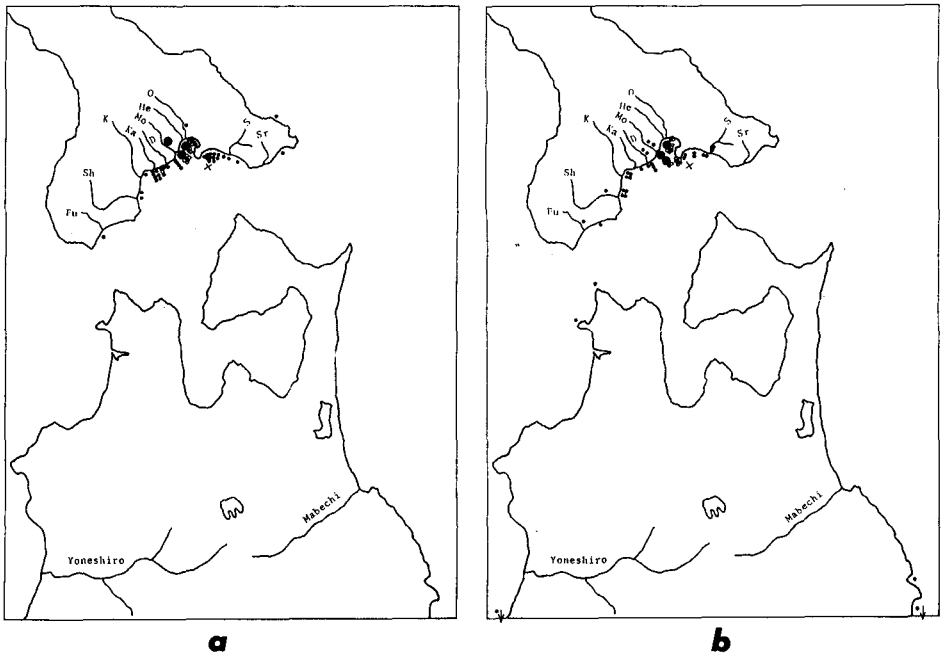

Fig. 4. Locations of tagged chum salmon recovery in coastal area of Tugaru strait, 1984. Distribution of coastal catches of fall chum salmon released from Hakodate. (data from Fisheries Agency of Hokkaido, Salmon Hatchery).

a) Of 130 chum salmon tagged on October 16, 86 were recovered.

b) Of 140 chum salmon tagged on November 8, 80 were recovered.

Fu	: Fukushima River	Sh	: Shiriuchi River
K	: Kikonai River	Ka	: Kamekawa River
D	: Daitoubetsu River	Mo	: Moheji River
He	: Hekirichi River	O	: Ono River
S	: Shiodomari River	Sr	: Shirikishinai River
×	: Location of release	●○	: Location of recovery

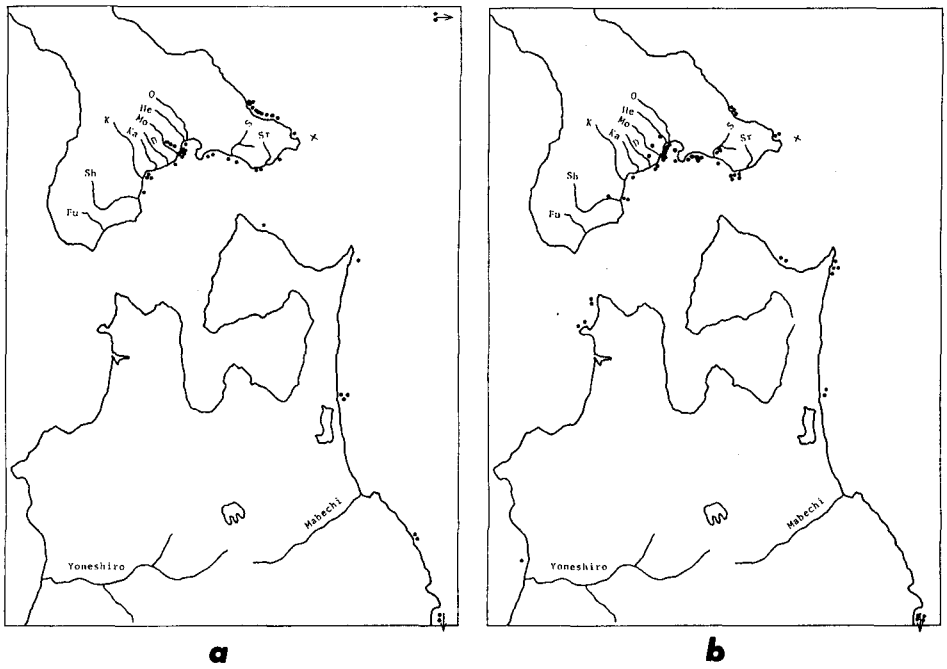

Fig. 5. Locations of tagged chum salnon recovery in coastal area of Tugaru strait, 1984. Distribution of coastal catches of fall chum salmon released from Todohokke. (data from Fisheries Agency of Hokkaido, Salmon Hatchery).

a) Of 116 chum salmon tagged on October 16, 44 were recovered.

b) Of 130 chum salmon tagged on November 6, 54 were recovered.

Fu : Fukushima River	Sh : Shiriuchi River
K : Kikonai River	Ka : Kamekawa River
D : Daitoubetsu River	Mo : Moheji River
He : Hekirichi River	O : Ono River
S : Shiodomari River	Sr : Shirikishinai River
× : Location of release	●○ : Location of recovery

識はカウスボタン型スパゲテー付きタグを用い背びれ前方筋肉部に付着して放流した。

函館沿岸からの標識放流

函館湯川地区に設置されている定置網の乗網魚を用い，10 月 16 日に 130 尾，11 月 8 日に 140 尾に標識を付け，3 km 以上離れた沖合いへ運搬し放流した。標識魚の各時期毎の再捕状況（再捕地点，再捕尾数など）の結果を図 4a) 及び b) に示す。

椴法華沿岸からの標識放流

椴法華地区に設置されている定置網の乗網魚を用い，10 月 16 日に 116 尾，11 月 6 日に 130 尾に標識を付け，その沖合い 3 km 地点より放流した。標識魚の各時期毎の再捕状況（再捕地点，再捕尾数など）の結果は図 5a) 及び b) に示す。以上の標識放流試験から，標識魚の再捕された日時は不明であるが，非常に広い沿岸地域を長期間遊泳している。その後，産卵適時期になって遡上するが，その間環境の影響を受けると考えられる。

Table 13. Age composition of fall chum salmon in samples from various rivers operations, 1985. (data from Fisheries Agency of Hokkaido, Salmon Hatchery).

Region	River	Sampling date	Age composition (percent) 2	3	4	5	6	Sample size
Southern Japan sea district	Atsusabu	9.19-11.25	—	1.7	87.5	10.8	—	293
Tugaru strait district	Shiriuchi	10.11-11.25	—	11.6	84.4	4.0	—	487
	Kamekawa	10.22-11.24	—	1.4	57.0	41.6	—	290
	Moheji	10.19-11.25	—	3.7	82.3	14.0	—	377
	Hekirichi	11.22-12.23	—	37.9	60.9	1.2	—	199
West of cape Erimo district	Shirikishinai	12. 5-12. 7	—	9.9	85.7	4.4	—	80
	Ofuna	12. 5	—	1.7	94.0	4.3	—	100
	Oshironai	12.25	—	8.8	89.8	1.4	—	100
	Torizaki	12.25	—	13.0	87.0	—	—	100
	Yurappu	10. 9-11.16	0.6	11.8	54.2	32.5	0.9	451

河川遡上秋サケ親魚の年齢組成

北海道南部地区の10河川で，1984年秋に遡上したサケ親魚の年齢査定を行い表13に示す。[8] 調査日及び標本数は異なるが，いづれの河川も4歳魚が卓越し，3歳魚と5歳魚がこれについで多く混獲され，3～5歳魚で全遡上親魚を構成している。特に津軽海峡海区の亀川では5歳魚が40%も測定され，他は殆ど4歳魚であった。また遊楽部川では，2歳魚と6歳魚が僅少ではあるが測定され，4歳魚54.2%，5歳魚32.5%と年齢組成が広範囲に広がっている。いづれにしても，秋サケが成熟し産卵適時期になって遡上したと考えられるが，個体魚間の発育状況の差異によるものか，他河川で放流され，何等かの誘引で遡上したのかその原因は解明されていないが，遡河量変動の一要因であると考えられる。

考　　察

北海道南部海域に来遊し，母川に遡上した秋サケの河川捕獲尾数の変動について，1980年から1984年までの5ケ年間，水産庁北海道さけ・ますふ化場の資料で検討を加えた。

秋サケは，母川回帰の習性をもつも，放流稚魚数の数%が遡上したに過ぎない。筆者らは，「魚探機によるサケ・マス資源量の推定について—II. 資源現存量推定におけるシステム・モデル」において言及したが，サケ・マス資源量推定上での初期条件として，放流母川における稚魚数が既知であり，しかも回遊経路中における自然死亡尾数及び操業による漁獲尾数が判明しても，放流母川を明確にすることは困難である。即ち放流する稚魚に標識を付けない限り，あくまでも統計的推定である。また，北海道南部沿岸海域における1984年に実施した標識放流の結果，再捕海域が広範囲に及ぶことからも，母川の識別は推察による。

次にパワースペクトル解析結果から，各河川遡上尾数の変動周期は2日から15日に及ぶことが立証された。これはサケ個体魚の発育・成熟段階における差異は河川捕獲量の年齢組成からも明かで，年単位での変動（豊漁または凶漁）つまり同一年次同一河川でも何日かの周期で変動が観

測される。従って，北海道南部海域，即ち日本海海区，津軽海峡海区，エリモ以西海区などで変動し，同一海区でも河川によって変動している。

一方，秋サケは，沿岸海域に回帰来遊し，遡上する母川を探しながら産卵適時期まで遊泳しているが，その期間中，海況の変化（水温，塩分，海潮流）の影響を受ける。特に短期間の暖水塊または冷水塊の発生・消滅に関連するだろう。また，気温・風向・風力・雨量など天候変化によって河川水の流量や水温などに影響をうけ，荒天による海況変化は，水塊の消滅，さらに水温，塩分の混合などに影響を及ぼす。これら海況変化を人工衛星情報を使用し，従来の海洋観測資料に付加して検討すれば，一層迅速にかつ正確に判断できる。人工衛星情報は，測定点の真上を衛星が通過したとき，かつ雲量による赤外線センサーが遮光されないとき，最良の画像が記録でき，海況解析上有益な情報となる。一般に，秋季は雲の影響を受ける日が多く，また雨天は河川流量に影響するなど，これらの情報を用いた予測には，解決しなければならない問題点が多い。

以上，北海道南部海域という限定した沿岸海域と河川で，1985年の資料を主体として，秋サケの遡上における変動性と同時に，良好な人工衛星情報に基づいて考察したが，観測資料はまだ不十分である。しかし，今後秋サケの漁況を毎年正確に予測する上で，海洋観測資料の収集方法，人工衛星情報の取得方法から収集した資料に基づく解析上での方法論の確立が必要である。そのためにも，毎年測得資料や情報の蓄積が必要であり，その上で秋サケの漁況予測に関する法則性を科学的に推測でき，予測精度の向上も期待できると考える。

結　　論

沿岸に回帰した秋サケの資源量と河川捕獲尾数に，漁期間中に日変動と年変動が観察され，従って管理型漁業にとって漁況の予測が重要な課題となる。本研究における結果を要約すると

1) 秋サケの漁況を予測する上で，沿岸海域及び河川における漁獲量に関する資料の蓄積が必要である。

2) 河川遡上捕獲尾数について，パワースペクトル解析を行い，変動周期を解析した。

3) 秋サケの漁況は，来遊海域の海況の影響を受けるので，海洋観測資料と共に人工衛星情報を有効に利用し，総合的に判断を下す資料とする。

4) 河川遡上の時期と尾数については，天候及び河川状態（流水量及び河川形状）にも影響されると考えられるので，これらの観測資料を収集する。また，遡上の時期の予測は可能なるも，その尾数については現時点で正確な予測は難しいが予報をすることは可能であろう。

5) 標識放流の結果から，秋サケは広い範囲を遊泳するので，沿岸漁獲量から遡上しようとする母川を識別するには，資料不足である。

6) 上述の観測資料を数年にわたり蓄積し，総合検討することにより一層正確な漁況の予報が可能となろう。

今後の研究方向は，観測項目と人工衛星情報の有効利用について検討し，資料の蓄積と多変量解析の手法を用いて解析し，その結果に基づく重点観測項目の計測を実施しながら，漁況予報の適合性と信頼性について評価を加え，方法論の改善を計る研究を継続する予定である。

終わりに臨み，本研究を進めるにあたり，御指導と御助言を戴いた本学部鈴木恒由教授並びにおしょろ丸船長増田紀義教授に深甚なる謝意を表する。また，水産庁北海道さけ・ますふ化場石田昭夫前室長並びに梅田勝博技官から貴重な資料の提供と多大な御助言を戴き，併せて謝意を表する次第である。

文　　献

1) 安間　元・佐野典達 (1975). 魚探機によるサケ・マス資源現存量の推定について. I. ベーリング海アンドレアノフ諸島沖における予備実験. 北大水産彙報 **26**, 137-153.
2) 佐野典達・安間　元 (1976). 魚探機によるサケ・マス資源現存量の推定について. II. 資源現存量推定におけるシステムモデル. 北大水産彙報 **27**, 78-90.
3) 安間　元・佐野典達 (1977). 魚探機によるサケ・マス資源現存量の推定について. III. 中層曳航式魚探機の試作・試用. 北大水産彙報 **28**, 74-82.
4) 水産庁北海道さけ・ますふ化場 (1984). 事業報告書. 27 頁.
5) 水産庁北海道さけ・ますふ化場 (1981-1985). さけ・ます捕獲・蓄養・採卵成績書 (要録).
6) 函館海洋気象台 (1985). 海洋速報. **23**, 1-27.
7) 水産庁北海道さけ・ますふ化場 (1984). 事業成績書. 215-222 頁.
8) 水産庁北海道さけ・ますふ化場 (1984). 事業成績書. 30-31 頁.