

秋サケ来遊の予測手法について

佐藤美智男・鈴木俊二*・鈴木馨

Estimation Method of Adult Returns of Chum Salmon, *Oncorhynchus keta* (WALBAUM)
Michio Sato, Syunji Suzuki, Kaoru Suzuki

ま え が き

福島県での秋サケ来遊尾数は、1985 年に 400 千尾を超え、1996 年には過去最高の 690 千尾となった。稚魚の放流尾数は 1987 年以降、42～61 百万尾で推移し、平均 52 百万尾となっているが、来遊尾数は年変動が大きい¹⁾。さけ増殖事業を円滑に推進するためには、来遊変動を事前に予測出来るかが重要なポイントである。

来遊予測手法については、福島県では 1976 年に石塚が推定方法の仮説²⁾を発表している。また、他に北海道さけ・ます孵化場（現、さけ・ます資源管理センター）の阿部が考案したとの話もあるが、報告書にとりまとめられていない。福島県の来遊尾数の予測（前年の各年魚別来遊尾数に年魚組成比を乗じて予測する手法、詳細については表 7 に記載）については、1979 年以降の年魚組成（以前は「年齢組成」表示を使用）調査結果のデータをもとに 1987 年から行っている。年度によっては、予測値と実績値にズレもみられる。この秋さけ来遊変動と稚魚放流群の年魚別回帰状況から新たな予測手法の可能性を検討したので報告する。

材 料 お よ び 方 法

秋サケの来遊尾数の変動については、北海道、青森県、岩手県、宮城県および福島県の 1990 年～2000 年の各年来遊尾数データの類似傾向を調べた³⁻⁷⁾。なお、2000 年のデータは、さけ・ます資源管理センターのさけ捕獲採卵漁獲速報値を使用した。今回の各道県の来遊尾数は、海面漁獲尾数と河川遡上捕獲尾数の合計値とした。また、福島県内の地域差による来遊尾数の変動をみるため、福島県内 12 河川の遡上捕獲尾数データの類似傾向を調べた。

福島県の稚魚放流年級群ごとに回帰年魚別の来遊尾数から相関により類似傾向を調べた。用いた放流年級群別データは、現有生産施設となって量産放流が実施された年度以降とし、全県は 1983 年～1994 年、木戸川は 1983 年～1994 年、請戸川は 1980 年～1994 年に放流した年級群をデータとした。各放流年級群は、2～6 年魚（以前は「歳魚」表示を使用）で全て回帰しているものとした。回帰年魚別尾数は、前記の年間の平均放流尾数を基準とし、回帰率一定のままに年魚別回帰尾数に再整理し、各年魚間の相関を調べた。なお、1985 年以降は給餌飼育が全県で実施され、体重 0.6 g 以上の稚魚放流となっているが、福島県の場合、1979 年以降の放流年級群別回帰率はサイズの大型化に伴った回帰率の上昇が明確でなかった¹⁾ため、放流サイズとの関係は考慮しなかった。

また、福島県と来遊尾数の変動について、最も相関の高かった岩手県の放流年級群別年魚間の相関を調べ、福島県と比較した。なお、岩手県の 1999 年度の年魚組成データは、未発表のもの

* ; 現在は水産事務所勤務

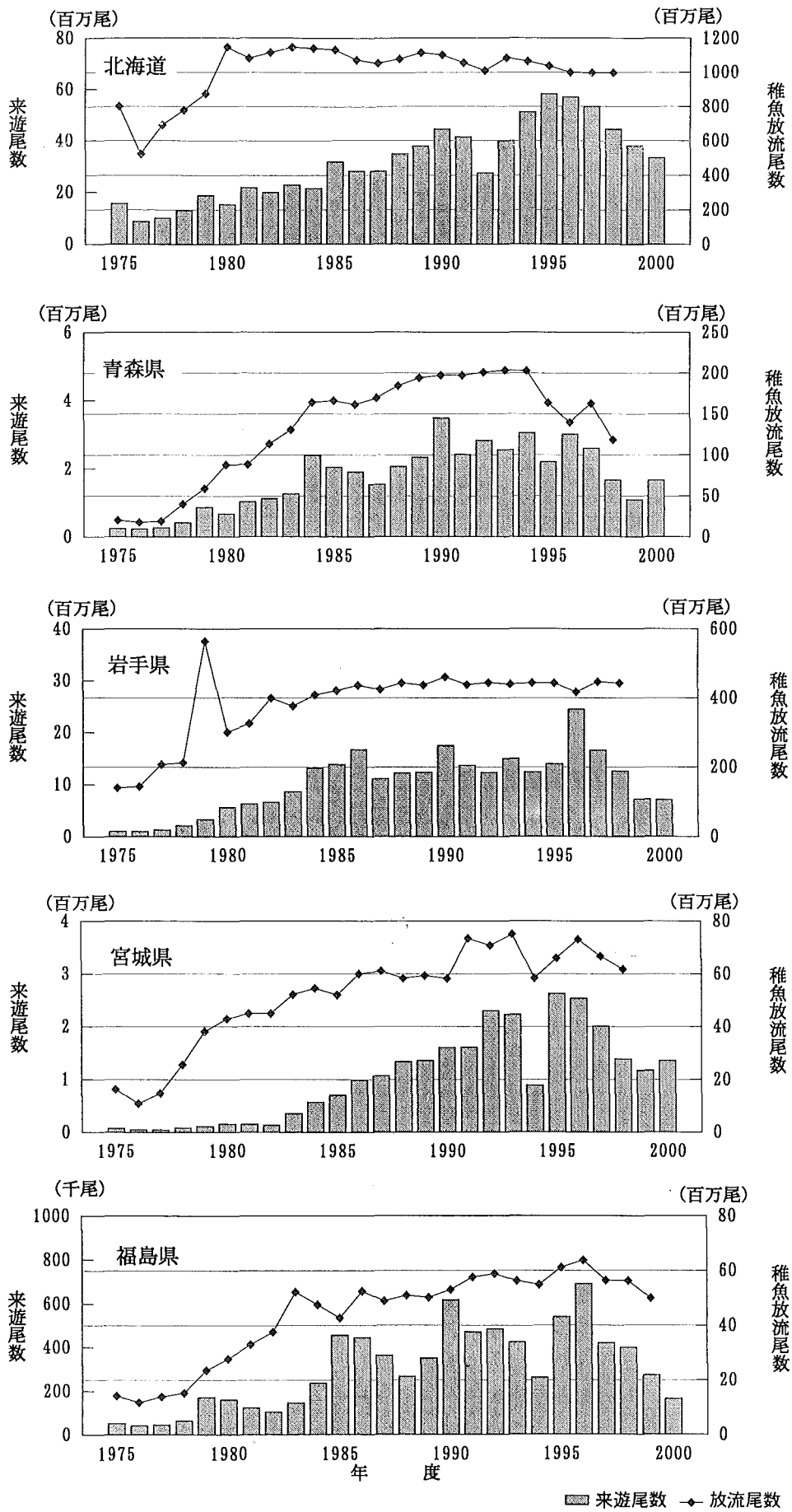


図1 各道県の秋サケの来遊尾数と稚魚放流尾数

を使用した。

得られた年魚間の相関から新たな予測手法を検討し、従来の手法と比較した。

結 果

近年の来遊変動状況

各道県の秋サケの来遊尾数と稚魚放流尾数について図1に示す。放流尾数の増加（各道県）、放流サイズの大型化（北海道、岩手、宮城）等により1995年まで来遊尾数の増加がみられたが、1996年以降は年々減少傾向にある。

これらの来遊状況について、1990年以降のデータをもとに来遊尾数の相関を調べた結果を表1に示す。なお、1990年を起点としたのは、放流年級群が回帰終了したと思われる6年前の稚魚放流年級群（1984年級群）頃から各道県とも餌付け放流と放流尾数が現状の規模となったことによる。この結果では、岩手県と福島県、宮城県と福島県、北海道と青森県、北海道と岩手県、青森県と福島県の順に有意な相関が認められた。概して、北海道と本州太平洋各県では、相関が低い結果となった。

一方、福島県の12河川においては、表2に示す来遊変動の相関となり、県合計と各河川の相関では小高川、木戸川、新田川、夏井川、井出川、請戸川に有意な相関がみられた。概して、福島県浜道り地区の中で、宮城県に流入又は隣接する阿武隈川、宇多川、および茨城県に隣接する鮫川は相関が低い傾向となった。

表1 各道県の来遊尾数の変動相関

	北海道	青森	岩手	宮城	福島
北海道	1.0000				
青森	0.2816	1.0000			
岩手	0.6172	0.7046	1.0000		
宮城	0.2727	0.3010	0.5935	1.0000	
福島	0.4259	0.6067	0.8586	0.7072	1.0000
引用データ；1990年～2000年					
帰無仮説5%棄却；					
帰無仮説1%棄却；					

表2 各河川間の来遊尾数の相関

	阿武隈川	宇多川	真野川	新田川	小高川	請戸川	熊川	富岡川	井出川	木戸川	夏井川	鮫川	県計
阿武隈川	1.0000												
宇多川	0.1115	1.0000											
真野川	0.1145	0.6931	1.0000										
新田川	0.4247	0.4827	0.8169	1.0000									
小高川	0.5527	0.0188	0.5147	0.7694	1.0000								
請戸川	0.3294	0.6015	0.1051	0.3425	0.5334	1.0000							
熊川	0.1294	0.5551	0.0608	0.0467	0.4094	0.6282	1.0000						
富岡川	0.0068	0.0266	0.4134	0.4865	0.5069	0.4736	0.6207	1.0000					
井出川	0.2807	0.4693	0.0152	0.2939	0.7140	0.6884	0.8596	0.5612	1.0000				
木戸川	0.0777	0.3334	0.8232	0.8759	0.7047	0.2980	0.1755	0.5136	0.3814	1.0000			
夏井川	0.2077	0.2823	0.5577	0.8426	0.7458	0.3876	0.0542	0.5418	0.4126	0.7886	1.0000		
鮫川	0.3707	0.4399	0.0260	0.1556	0.5806	0.5630	0.9345	0.4831	0.8983	0.2347	0.1233	1.0000	
県計	0.4145	0.0240	0.5089	0.8337	0.8723	0.6986	0.4513	0.5526	0.7002	0.8368	0.8070	0.5388	1.0000
引用データ；1990年～2000年													
帰無仮説棄却（危険率5%以下）；													
帰無仮説棄却（危険率1%以下）；													

表3 来遊尾数実績

県計

年 度	放流尾数 (千尾)	回 帰 年 魚 (尾)					合 計	回帰率 (%)
		2年魚	3年魚	4年魚	5年魚	6年魚		
1983	52,150	17,316	157,397	223,083	67,507	3,509	468,812	0.899
1984	47,527	6,669	69,668	108,865	25,616	616	211,434	0.445
1985	42,767	8,663	65,372	92,289	62,874	2,351	231,549	0.541
1986	52,519	21,079	216,862	460,457	95,457	1,934	795,789	1.516
1987	48,928	1,232	65,956	91,225	31,434	2,070	191,917	0.392
1988	50,947	26,506	273,675	322,559	155,487	6,000	784,227	1.539
1989	50,198	7,524	125,252	227,972	58,193	2,693	421,634	0.840
1990	53,058	2,418	30,160	61,677	39,866	4,141	138,262	0.261
1991	57,648	6,716	99,852	269,903	155,314	20,939	552,724	0.958
1992	58,884	36,289	198,791	463,872	66,166	7,426	772,544	1.319
1993	56,304	27,475	55,223	181,747	62,595	1,547	328,587	0.584
1994	54,860	11,735	136,101	184,177	35,025	8,582	375,620	0.631
83~94の平均	52,149	14,469	124,526	223,986	71,295	5,151	439,425	0.827

木戸川

年 度	放流尾数 (千尾)	回 帰 年 魚 (尾)					合 計	回帰率 (%)
		2年魚	3年魚	4年魚	5年魚	6年魚		
1980	3,419	129	5,351	8,127	2,513	63	16,183	0.473
1981	3,646	1,016	9,060	16,863	6,725	148	33,812	0.927
1982	3,404	1,210	14,644	19,140	8,987	767	44,748	1.315
1983	12,469	936	19,396	46,704	9,779	356	77,171	0.619
1984	12,347	694	11,786	27,610	7,001	0	47,091	0.381
1985	11,900	442	7,094	23,851	17,304	258	48,949	0.411
1986	11,761	0	16,019	92,401	10,287	106	118,813	1.010
1987	14,943	593	7,514	10,525	4,624	264	23,520	0.157
1988	15,576	1,304	24,097	56,456	20,277	956	103,090	0.662
1989	14,520	129	8,569	29,684	9,246	512	48,140	0.332
1990	13,585	0	3,926	9,814	7,823	395	21,958	0.162
1991	14,428	863	15,861	51,590	32,288	6,279	106,881	0.741
1992	16,231	5,740	34,765	122,484	17,512	1,722	182,223	1.123
1993	14,475	4,417	10,635	45,032	9,960	1,105	71,149	0.492
1994	13,411	1,124	31,862	24,770	6,904	2,190	66,850	0.498
83~94の平均	13,804	1,354	15,960	45,077	12,750	1,179	76,320	0.549

請戸川

年 度	放流尾数 (千尾)	回 帰 年 魚 (尾)					合 計	回帰率 (%)
		2年魚	3年魚	4年魚	5年魚	6年魚		
1980	11,177	1,103	9,474	11,700	8,063	192	30,532	0.273
1981	16,727	1,824	27,878	54,304	28,928	262	113,196	0.677
1982	17,639	1,204	10,728	32,687	4,045	672	49,336	0.280
1983	19,149	2,227	33,643	34,972	15,515	673	87,030	0.454
1984	19,164	0	5,742	16,712	3,640	77	26,171	0.137
1985	17,415	913	9,434	19,323	6,483	391	36,544	0.210
1986	22,255	766	34,277	50,568	10,333	224	96,168	0.432
1987	16,665	1,344	10,326	9,412	4,415	308	25,805	0.155
1988	16,671	2,411	41,104	47,336	22,990	793	114,634	0.688
1989	16,804	1,730	22,256	33,751	7,687	153	65,577	0.390
1990	16,354	237	4,470	8,153	2,415	534	15,809	0.097
1991	16,656	1,001	13,197	18,251	13,801	1,737	47,987	0.288
1992	16,775	4,824	16,753	34,177	6,432	654	62,840	0.375
1993	16,992	2,728	4,795	18,862	9,477	377	36,239	0.213
1994	16,894	1,078	13,835	25,990	5,443	803	47,149	0.279
80~94の平均	17,156	1,559	17,194	27,747	9,978	523	57,001	0.330

表4 推定来遊尾数 (基準放流尾数換算)

県計 (放流尾数52,000千尾換算)

年 度	回 帰 年 魚 (尾)					合 計	回 帰 率 (%)
	2年魚	3年魚	4年魚	5年魚	6年魚		
1983	17,266	156,944	222,441	67,313	3,499	467,464	0.899
1984	7,297	76,225	119,111	28,027	674	231,333	0.445
1985	10,533	79,485	112,213	76,448	2,859	281,538	0.541
1986	20,871	214,719	455,907	94,514	1,915	787,925	1.516
1987	1,309	70,097	96,953	33,408	2,200	203,967	0.392
1988	27,054	279,331	329,226	158,701	6,124	800,436	1.539
1989	7,794	129,748	236,156	60,282	2,790	436,770	0.840
1990	2,370	29,559	60,447	39,071	4,058	135,505	0.261
1991	6,058	90,069	243,460	140,097	18,888	498,571	0.958
1992	32,047	175,551	409,642	58,431	6,558	682,228	1.319
1993	25,375	51,002	167,854	57,810	1,429	303,469	0.584
1994	11,123	129,006	174,575	33,199	8,135	356,038	0.631
平 均	14,091	123,478	218,999	70,608	4,927	432,104	0.827

木戸川 (放流尾数14,000千尾換算)

年 度	回 帰 年 魚 (尾)					合 計	回 帰 率 (%)
	2年魚	3年魚	4年魚	5年魚	6年魚		
1980	—	—	—	—	—	—	—
1981	—	—	—	—	—	—	—
1982	—	—	—	—	—	—	—
1983	1,051	21,778	52,439	10,980	400	86,646	0.619
1984	787	13,364	31,306	7,938	0	53,395	0.381
1985	520	8,346	28,060	20,358	304	57,587	0.411
1986	0	19,069	109,992	12,245	126	141,432	1.010
1987	556	7,040	9,861	4,332	247	22,036	0.157
1988	1,172	21,659	50,744	18,225	859	92,659	0.662
1989	124	8,262	28,621	8,915	494	46,416	0.332
1990	0	4,046	10,114	8,062	407	22,629	0.162
1991	837	15,390	50,060	31,330	6,093	103,710	0.741
1992	4,951	29,986	105,648	15,105	1,485	157,176	1.123
1993	4,272	10,286	43,554	9,633	1,069	68,814	0.492
1994	1,173	33,261	25,858	7,207	2,286	69,786	0.482
平 均	1,287	16,041	45,521	12,861	1,147	76,857	0.548

請戸川 (放流尾数17,000千尾換算)

年 度	回 帰 年 魚 (尾)					合 計	回 帰 率 (%)
	2年魚	3年魚	4年魚	5年魚	6年魚		
1980	1,678	14,410	17,796	12,264	292	46,441	0.273
1981	1,854	28,333	55,190	29,400	266	115,043	0.677
1982	1,160	10,339	31,503	3,898	648	47,549	0.280
1983	1,977	29,867	31,047	13,774	597	77,263	0.454
1984	0	5,094	14,825	3,229	68	23,216	0.137
1985	891	9,209	18,863	6,329	382	35,673	0.210
1986	585	26,183	38,628	7,893	171	73,460	0.432
1987	1,371	10,534	9,601	4,504	314	26,324	0.155
1988	2,459	41,915	48,270	23,444	809	116,896	0.688
1989	1,750	22,516	34,145	7,777	155	66,342	0.390
1990	246	4,647	8,475	2,510	555	16,433	0.097
1991	1,022	13,470	18,628	14,086	1,773	48,978	0.288
1992	4,889	16,978	34,635	6,518	663	63,683	0.375
1993	2,729	4,797	18,871	9,481	377	36,256	0.213
1994	1,085	13,922	26,153	5,477	808	47,445	0.274
平 均	1,580	16,814	27,109	10,039	525	56,067	0.329

放流年級と各年魚の相関

県計、木戸川、請戸川の各放流稚魚年級群の回帰年魚別来遊尾数等の実績値を表3に示す。ほぼ現有施設(2000年現在)で稚魚生産が開始したのは、県計と木戸川では1983年、請戸川は1980年からであった。このことより、県計と木戸川の1982年以前のデータは、今回の相関比較データに含めなかった。これらの年魚別来遊尾数について回帰率一定のまま、平均放流尾数(以後、基準放流尾数と称する。)換算の推定来遊尾数を表4に示す。この県計、木戸川および請戸川の各推定来遊尾数を年魚間別に相関をみた結果を表5に示す。また、表1で福島県と来遊変動の相関が最も高かった岩手県について、前述の換算法で1983年～1993年の放流年級群別の年魚別来遊尾数から求めた回帰年魚間の相関を表6に示す。また、福島県の相関の高かった年魚間の来遊尾数の関係を図2(その他の各年魚間相関図は付図掲載)に示す。

県計では、4年魚と2～6年魚、3年魚と2～6年魚、3年魚と4年魚、2年魚と4年魚、2年魚と2～6年魚、5年魚と2～6年魚、3年魚と5年魚の間に有意な正の相関が認められた。

木戸川は、4年魚と2～6年魚、5年魚と6年魚、3年魚と2～6年魚の間に有意な正の相関が認められた。

請戸川は、4年魚と2～6年魚、3年魚と2～6年魚、5年魚と2～6年魚、3年魚と4年魚、3年魚と5年魚、4年魚と5年魚の間に正の有意な相関が認められた。

岩手県は、4年魚と2～6年魚、3年魚と2～6年魚、2年魚と3年魚、3年魚と4年魚、5年魚と2～6年魚の間に有意な正の相関が認められた。

各年魚間の相関で、3年魚および4年魚と2～6年魚の間の相関が高かった理由は、回帰年魚組成割合が3年魚で約25%、4年魚で約50%を占めていることにある。

表5-1 県計の回帰年級間の相関

	2年魚	3年魚	4年魚	5年魚	6年魚	2～6年魚
2年魚	1.0000					
3年魚	0.6503	1.0000				
4年魚	0.7271	0.8211	1.0000			
5年魚	0.3541	0.6014	0.5234	1.0000		
6年魚	0.0840	0.0654	0.1744	0.5436	1.0000	
2～6年魚(合計)	0.7247	0.9240	0.9566	0.7002	0.2373	1.0000

表5-2 木戸川の回帰年級間の相関

	2年魚	3年魚	4年魚	5年魚	6年魚	2～6年魚
2年魚	1.0000					
3年魚	0.3919	1.0000				
4年魚	0.4188	0.5494	1.0000			
5年魚	0.0397	0.1029	0.2971	1.0000		
6年魚	0.1256	0.2560	0.0803	0.7177	1.0000	
2～6年魚(合計)	0.4585	0.6859	0.9613	0.4581	0.2899	1.0000

表5-3 請戸川の回帰年級間の相関

	2年魚	3年魚	4年魚	5年魚	6年魚	2～6年魚
2年魚	1.0000					
3年魚	0.3090	1.0000				
4年魚	0.3915	0.8307	1.0000			
5年魚	0.2774	0.7319	0.7208	1.0000		
6年魚	0.1000	0.0573	0.0455	0.1641	1.0000	
2～6年魚(合計)	0.3997	0.9346	0.9494	0.8565	0.0594	1.0000

表6 岩手県の回帰年級間の相関

	2年魚	3年魚	4年魚	5年魚	6年魚	2～6年魚
2年魚	1.0000					
3年魚	0.6321	1.0000				
4年魚	0.1360	0.5928	1.0000			
5年魚	0.3454	0.3380	0.3743	1.0000		
6年魚	0.1408	0.2286	0.0680	0.3927	1.0000	
2～6年魚(合計)	0.3090	0.7076	0.9572	0.5908	0.1461	1.0000

帰無仮説棄却(危険率5%以下);

帰無仮説棄却(危険率1%以下);

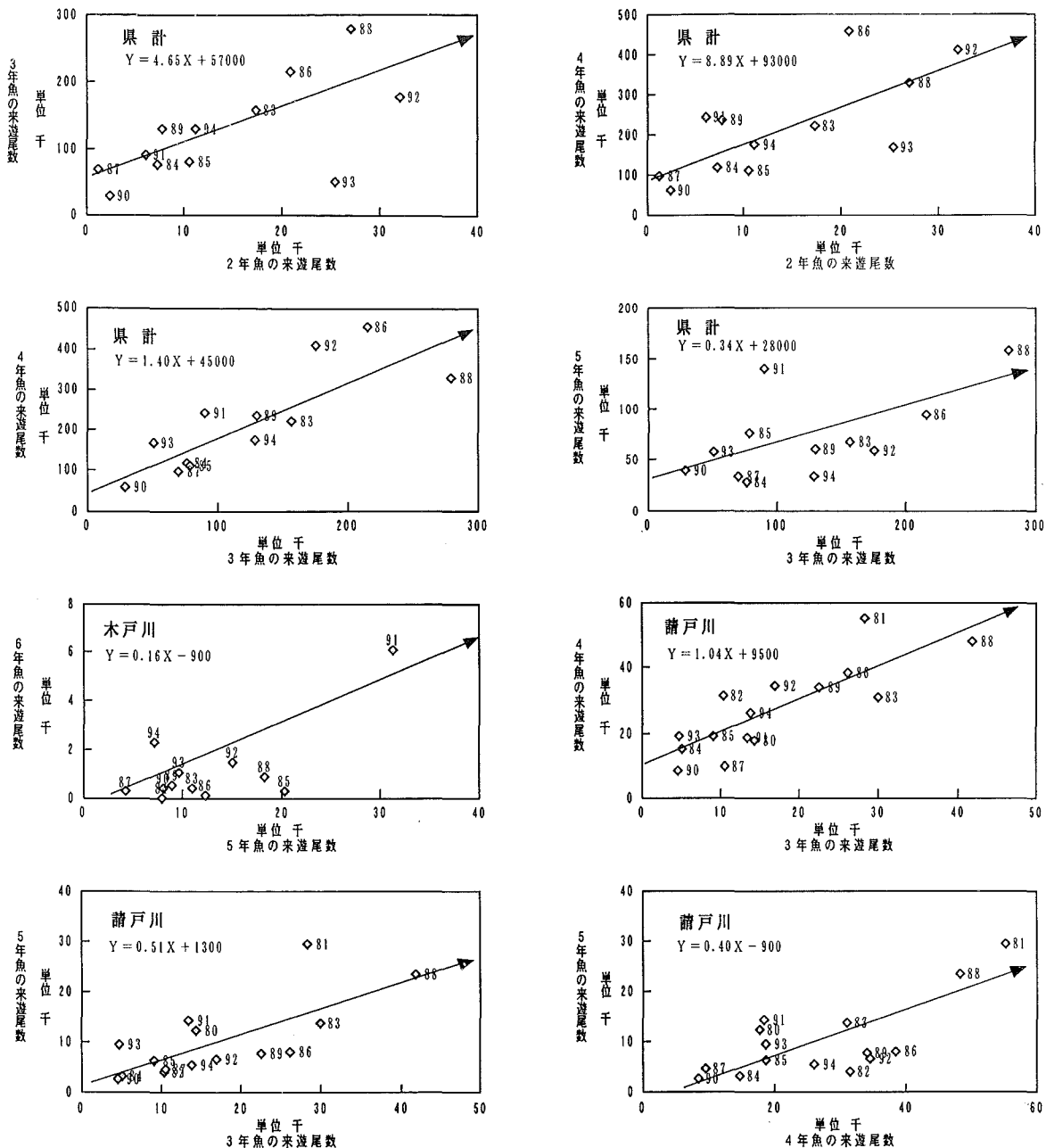


図2 県計・木戸川・薩戸川の各年魚間関係図

従来と新たな予測手法

従来と新たな予測手法の考え方については、表7に示す。新たな手法では、県計データで有意な相関が認められた年魚間の相関式から各年の来遊尾数を予測する手法とし、予測する各年魚は以下の考えで選択した。

2年魚は初期値であるため、1983年～1994年の2年魚の来遊尾数の平均値とした。

3年魚は、 Y (予測3年魚) = $4.65X$ (2年魚) + 57,000とした。

4年魚は、2年魚と3年魚の両年魚から関係式を求めることができるが、3年魚と4年魚間の相関が高かったため、 Y (予測4年魚) = $1.40X$ (3年魚) + 45,000とした。

5年魚は、3年魚からの予測が可能であるが相関係数が高くないこと、4年魚との関係で相関係数が低いこと、かつ総来遊尾数に占める5年魚の割合は10%を僅かに超える程度であること

から全体への誤差の影響は小さいと考え、1983年～1994年の5年魚の来遊尾数の平均値とした。但し、卓越年級群と認められるときは、5年魚に大きなズレも生じる危惧がある。

6年魚は、有意な相関が年魚間に認められなかったため、1983年～1994年の6年魚の来遊尾数の平均値とした。また、総来遊尾数に占める6年魚の割合は、約2%程度であることから、予測値への誤差の影響は小さいと考えられる。

表7 予測手法の考え方

従来の手法	3～6年魚； $((i-1)$ 年魚の来遊尾数) $\times(i$ 年魚の年齢組成比率/ $(i-1)$ 年魚の年齢組成比率) 2年魚；2年前の放流尾数 \times 放流年級群が回帰終了した直近5ヶ年の2年魚の平均回帰率 年魚組成率；放流年級群が回帰終了した直近の5ヶ年の平均値
新たな手法	2年魚、5年魚、6年魚は1983～1994年度の平均値（基準放流尾数は52,000千尾換算） ；（2年魚；14,000尾、5年魚；70,000尾、6年魚；5,000尾） 3年魚； $Y(3) = 4.65 \times X(\text{前年の2年魚}) + 57,000$ （県計の2年魚と3年魚の関係式） 4年魚； $Y(4) = 1.40 \times X(\text{前年の3年魚}) + 45,000$ （県計の3年魚と4年魚の関係式）

表8 来遊実績と換算予測値

年 度	A 実 績	B 新たな予測値	C 従来の予測値	(A-B)	(A-C)	B/A (%)	C/A (%)
1987	356,000	382,000	340,000	-26,000	16,000	107.3	95.5
1988	367,000	331,000	290,000	36,000	77,000	90.2	79.0
1989	350,910	444,000	370,000	-93,090	-19,090	126.5	105.4
1990	616,408	501,000	380,000	115,408	236,408	81.3	61.6
1991	470,232	409,000	600,000	61,232	-129,768	87.0	127.6
1992	483,597	611,000	570,000	-127,403	-86,403	126.3	117.9
1993	422,405	380,000	340,000	42,405	82,405	90.0	80.5
1994	262,011	266,000	220,000	-3,989	42,011	101.5	84.0
1995	538,728	501,000	615,000	37,728	-76,272	93.0	114.2
1996	690,285	599,000	725,000	91,285	-34,715	86.8	105.0
1997	418,872	325,000	457,000	93,872	-38,128	77.6	109.1
1998	398,302	448,000	520,000	-49,698	-121,698	112.5	130.6
1999	273,633	398,000	359,000	-124,367	-85,367	145.5	131.2
2000	165,047	228,000	153,757	-62,953	11,290	138.1	93.2
1987～2000平均	415,245	415,929	424,268	-684	-9,023	104.5	102.5
標準偏差						21.2	20.5
1990～2000平均	430,865	424,182	449,069	6,684	-18,203	103.6	105.0
標準偏差						22.5	21.7

従来と新たな予測手法による来遊尾数換算予測値と実績値について、表8に示す。各々の換算予測値と実績値の偏差をみると、両者の予測傾向は類似していない。

また相対比率では、1987年～2000年の平均では従来が102.5%、新たな手法が104.5%、その範囲は従来が61.6～131.2%、新たな手法が77.6～145.5%となった。この相対比率比較では、従来の方が若干予測精度が高いとも考えられるが有意な差ではなかった。

一方、稚魚放流尾数は1983年から現在の5,000万尾台となり、給餌飼育した稚魚の放流が始まった。この稚魚放流群は1990年に6年魚として回帰が終了したので、現状の放流規模で比較する場合は、1990年以降のデータを用いる必要がある。1990年～2000年の相対比率の平均は従来が105.0%、新たな手法が103.6%、範囲は従来が61.6～131.2%、新たな手法が77.6～145.5%となった。この比較では、新たな手法の方が若干予測精度が高いとも考えられるが有意な差ではなかった。

近年の来遊変動状況

北海道～福島県のサケの来遊および河川遡上は8月上旬～翌年3月下旬までみらるが、その主な来遊時期は北海道が9月上旬～10月下旬、青森県が10月上旬～12月中旬、岩手県が10月上旬から12月中旬、宮城県が10月上旬～11月下旬、福島県が10月上旬～11月中旬であり、福島県は比較的早期に来遊する群である⁹⁾。これら群の遡上盛期は北海道と東北各県では異なっているが、沖合、沿岸の海況(黒潮勢力の強弱)により、前述の旬がずれることが知られている⁸⁾。

1996年以降の来遊尾数の減少は、北海道～福島県までの太平洋沿岸に接する各地域で見られるが、1990年以降の北海道と東北沿岸の各県の来遊変動の相関は小さく、東北4県間の相関が高い傾向にある。特に福島県は、岩手県、宮城県と相関が高かったことは、東北沿岸・沖合の海況変動との関係も調べる必要がある。

一方、福島県の12河川の来遊変動は、宮城に流入する阿武隈川、宮城県に最も隣接する宇多川、茨城県に隣接する鮫川は、県全体および他河川との相関が低い結果であったが、県沿岸部の中央部に位置する河川は互いに相関が高く、かつ県全体とも相関が高い結果となった。この要因としては、県中央部に位置する木戸川と請戸川での稚魚放流尾数が県全体の60%を占めていることから、県全体の来遊尾数の変動に大きな影響を与えているものと考えられる。

放流年級と各年魚の相関

県計の各年魚間の相関から3年魚、4年魚の来遊尾数の予測は、相関式から推定可能と考えられるが、5年魚、6年魚は関係式から推定するに至らなかった。しかし、5年魚、6年魚の来遊尾数の予測は、それらの年魚は全体の来遊尾数の17% $((71,295+5,151) / 439,425)$ であることから、平均値の定数を用いても総回帰尾数予測への誤差の影響は少ないものと考えられた。この各年魚間の相関からは、2年魚、3年魚、4年魚が多く来遊しないと、次年度の総来遊尾数が少ないことになる。

ある年の放流年級群が高い回帰率を示す指標として、まず2年魚の来遊尾数の多いことがあげられ、早期に放流年級群の歩留まりを判断しえる材料と考えられる。逆の見方をすれば、2年魚が少ないと翌年3年魚も少なく、さらに翌々年の4年魚も少ないという結果が予想され、この放流年級群は河川放流後、福島県沿岸から沖合、沖合から北太平洋の回遊、回帰回遊の中で通常年より歩留まりが悪かったと考えられる。さらに、他県でも同じ放流年級群で同様な傾向がみられれば沖合から回帰回遊までの間の減耗と考えられよう。また、福島県だけが低い回帰率の放流年級群であれば、河川放流から福島県沿岸滞留期までの間の減耗があったと推察されよう。

木戸川と請戸川の放流年級群別の回帰率の相関図を図3に示す。有意な相関はみられなかったが、木戸川の高かった1982年のデータを除くと、両河川に有意な正の相関(5%以下)となる。このことから、福島県内の河川間においても、河川ごとに放流年級群は、放流直後の減耗に差がみられる年(例1982年)

もあるが、総じて県全体の放流後の歩留まりは同調する傾向にあるといえる。

一方、来遊変動が福島県と最も相関の高かった岩手県については、相関係数値が本県のものより低い結果となっているが、3年魚、4年魚の来遊予測は、関係式からも推定可能であろう。しかし、2年魚からの放流年級群の総回帰尾数は予

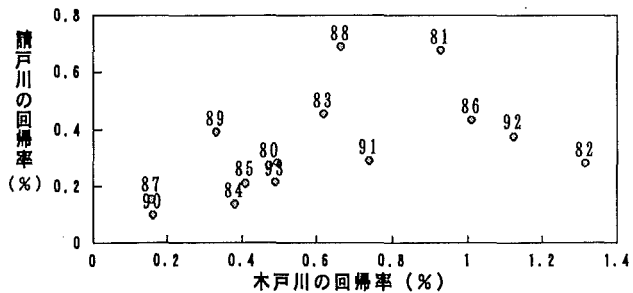


図3 請戸川と木戸川の年次別回帰率の関係

測できず、3年魚、4年魚の回帰状況を待つてからの判断となろう。

従来の予測手法と新たな予測手法

福島県ではある年の放流年級群が高い回帰率を示す指標として、2年魚、3年魚での来遊尾数が多くなる必要があり、年魚組成だけでは推察できない。なぜなら、来遊尾数の多い年、少ない年でもその来遊した年魚構成は同じ場合が有り得る。福島県では、1990年の2～6年魚の各年魚組成は各々4.3%、10.7%、74.7%、10.2%、0.1%、その来遊尾数は616千尾であるが、1999年の2～6年魚組成は各々0.2%、8.6%、77.0%、12.8%、1.4%、その来遊尾数は273千尾であり、両年の来遊尾数の差は大きい。

この来遊尾数の予測手法について従来と新たなもので比較したが、有意な差は認められなかった。この原因としては、従来の方法は回帰年魚間の相関を調べていないが、各年魚組成比を求め各年魚の来遊実績に乗じて翌年の来遊尾数を予測したものであることから、結果として年魚間に相関関係式があったものと考えられ、両者に有意な差がでなかったと推察する。各年魚組成比は相関式のXの係数と考えれば、3～6年魚を全て相関式から予測していたものと考えられる。しかし、従来の予測手法は前述のように来遊した各年魚組成のデータをもとにしているが、事前にある年の放流年級群の総回帰尾数の予測はできない。また、2年魚の来遊尾数が0尾であれば、次年度予測の3年魚が0尾となる危険があり、現実とのずれが生じる。

一方、新たな予測手法では、既往のデータをもとに関係式をもとめ、過去にもどって予測値を推算したので、正当に評価することはできない。今後の予測と実績値を比較するとともに、1994年から木戸川、請戸川の他に宇多川でも年魚組成のモニタリング調査が実施されており、このデータの蓄積から3河川の動向を比較検討する必要があるだろう。

現段階では、新たな予測手法では早期（2年魚の回帰状況）に放流年級群の回帰予測（2～6年魚の合計）ができるという利点があり、予測精度は従来のものと同等といえよう。

要 約

秋サケ来遊変動とその予測手法について、来遊した年魚組成データをもとに再整理を行った。

近年の来遊変動をみると、1996年以降の来遊尾数の減少は、北海道～福島県までの太平洋沿岸に接する各地域で見られる。

1990年以降の来遊変動の相関は福島県と岩手県、宮城県に相関が高い傾向にあり、福島県と北海道の相関は低かった。

福島県の12河川の来遊変動は、宮城に流入する阿武隈川、宮城県に最も隣接する宇多川、茨城県に隣接する鮫川は、県全体および他河川との相関が低く、県沿岸部の中央部に位置する河川は、互いに相関が高く、かつ県全体との相関も高い傾向にあった。

放流年級群別の各年魚の相関式から、3年魚、4年魚の来遊尾数の予測は可能と考えられた。

各年魚間の相関では、2年魚、3年魚、4年魚が多く来遊しないと、次年度の総来遊尾数が少なくなる。

ある年の放流年級群が高い回帰率を示す指標として、まず2年魚の来遊尾数が多いことあげられ、早期に放流年級群の歩留まりを判断する1材料と考えられた。

従来の予測手法と新たな予測手法について比較したが、有意な差は認められなかった。この原因としては、従来の方法も結果として各年魚間の相関式を取り入れた方法となっていた。各年魚組成比は相関関係式のXの係数と考えられ、3～6年魚を全て相関式から求めたもの同様であり、新たな手法と類似していた。

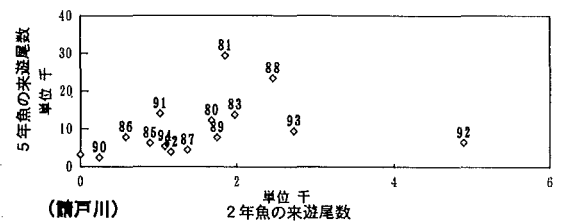
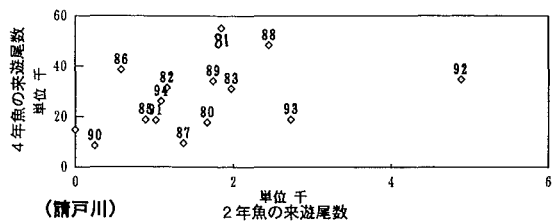
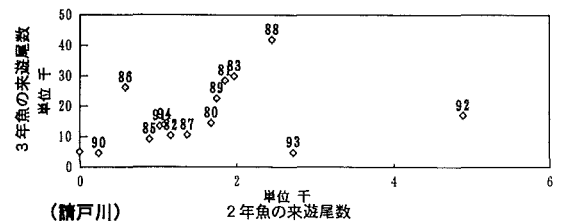
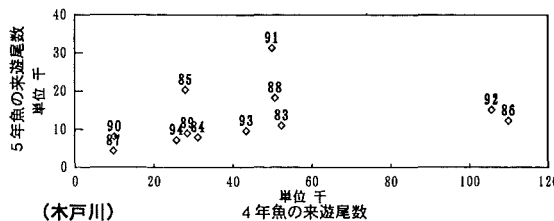
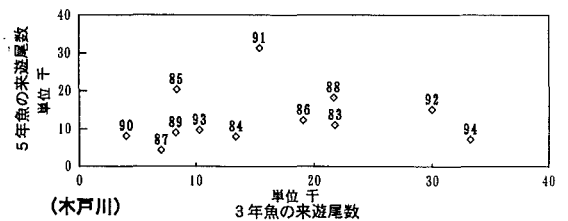
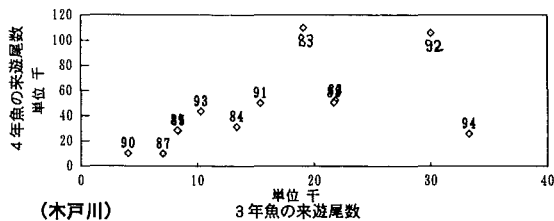
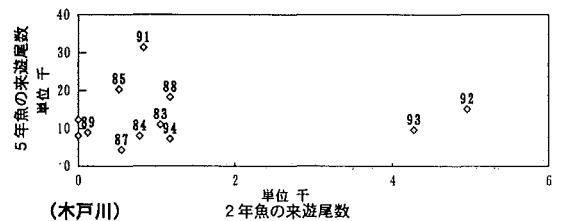
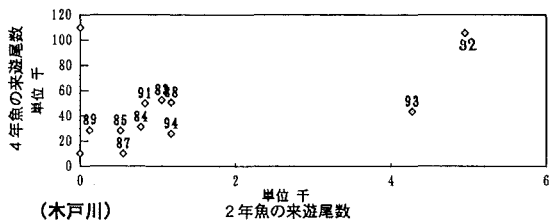
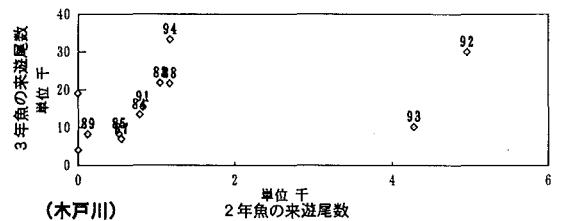
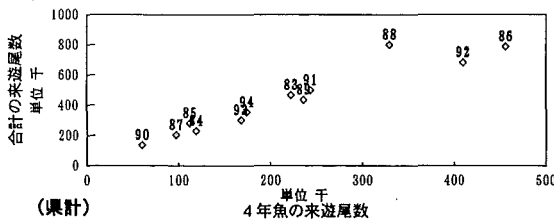
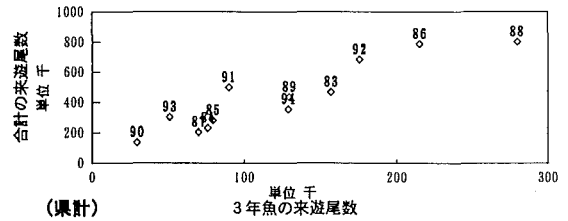
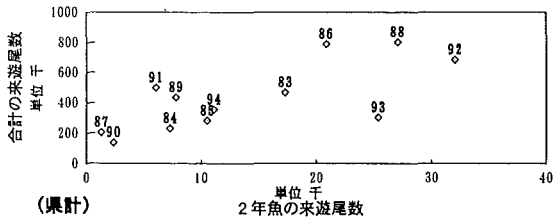
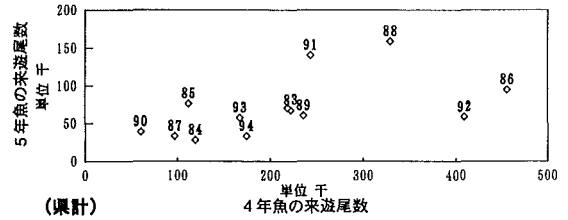
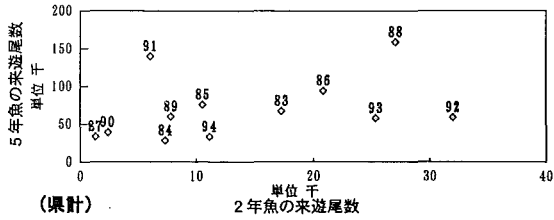
従来の手法では、来遊した年魚組成構成のデータをもとにしているが、2年魚の来遊状況から

放流年級群の回帰率の予測はできなかった。

現段階では、新たな予測手法は早期に放流年級群の回帰予測ができることが利点である。

文 献

- 1) 佐藤美智男、小野剛、佐藤仙太：さけ稚魚の海水適応能力に関する研究、福島水試研報第9号、19 - 27、(2000)。
- 2) 福島県水産試験場：昭和 51 年度事業報告書、水産資源調査、河川サケ遡上尾数および年令組成より、次年度サケ遡上数年令組成の推定、55-56、(1976)。
- 3) 福島県水産試験場：さけ資源管理推進調査報告書、(1994-1999)。
- 4) (財)本州鮭鱒増殖振興会：本州鮭鱒四十年史、112 - 119、(1996)。
- 5) 水産庁さけ・ます資源管理センター：種苗放流モニタリング、サケ属魚類 *Oncorhynchus spp.*、(1996-2000)。
- 6) 水産庁さけ・ます資源管理センター：資源生物モニタリング、サケ属魚類 *Oncorhynchus keta*、(1996-2000)。
- 7) 岩手県林業水産部漁業振興課：平成 10 年度岩手県のさけ・ますに関する資料、2-5、(1999)
- 8) 久保達郎：日本のサケマスーその生物学と増殖事業、第二章サケマスの生活、41-49、(1988)。



付図 その他の各年魚間関係図