HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	サケ・マスの群性について
Author(s)	三島, 清吉; 島崎, 健二
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 19(4), 261-272
Issue Date	1969-02
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/23370
Type	departmental bulletin paper
File Information	19(4)_P261-272.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

サケ・マスの群性について*

三島清吉**・島崎健二**

On the Schooling Behaviour of Salmon*

Seikichi MISHIMA** and Kenji SHIMAZAKI**

Abstract

An effective method has been required to capture a fish school in fishing grounds, since clarifying the ecological feature of fish is very important. It is often said that salmon does not form the school as densely as saury and mackerel. Therefore it is difficult to detect a school of salmon by visual means or sonar. But in the slamon gillnet hauling, many individuals of fish can be seen netted partially. It appears that salmon do not swim alone during their migration. In a previous paper authors reported on the netting tendencies of salmon and pointed out that the netting peaks in abundance of salmon occur twice a night, and also the timely change of the spartial distribution of pink salmon. They assumed that these phenomena could be related to the swimming behaviour of the fish in their vertical movement. In the present paper they ascertain the schooling feature of salmon (chum and pink salmon) from the data obtained by commercial fishing, and then discuss the nocturnal change of schooling tendencies of pink salmon from the data obtained by the repeated fishing method. A number of fish which were netted from the same direction in a distance about 50 cm among each individuals were regard as a school.

Experiments were carried out from the middle of May to early August in the Northwest Pacific and in the Okhotsk Sea in 1965. Commercial fishing were operated at 18 stations in the Northwest Pacific and at 3 stations in the Okhotsk Sea using the gillnet having several mesh sizes (93, 100, 106, 112, 115 121 and 130 mm). Repeated fishing were operated at 1 station in the Northwest Pacific and at 6 stations in the Okhotsk Sea, using the drift-net having 100, 106, 112 and 115 mm mesh sizes. A supplemental experiment was carried out at 1 station in early August in the Okhotsk Sea using 92 tans of net having 121 mm mesh size.

The results obtained are as follows:

Frequency distributions of schooling salmon by commercial fishing are: Schools of chum salmon of 3 individuals occur dominantly in the both sea areas, but in the Okhotsk Sea the frequency of each school was different according to the mesh sizes of nets (Fig. 4). Large schools of more than 12 individuals were not found. Schools of pink salmon of 2 individuals occur most frequently in both sea areas, but schools of individuals in every number 4, 6, 8 were dominant in the North Pacific. Schools of 6 individuals and less are rather frequent in the Okhotsk Sea (Fig. 5, 6).

Schools of pink salmon of 2 individuals occur most frequently in general at 7 stations by repeated fishing method. Most schools were composed of 6 individuals and less. The

* 北海道大学水産学部北洋水産研究施設業績第 27 号
(Contribution No. 27 from the Research Institute of North Pacific Fisheries, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

** 北海道大学水産学部北洋水産研究施設
(*Research Institute of North Pacific Fisheries, Hokkaido University*)

percentage of individuals in school in the total catch and based on a set made at each station shown in Fig. 9. The character of schooling of pink salmon is conspicuous by the time ratio 0.1 and 0.9 occuring at night, but at about midnight the ratio becomes very low.

Although the variation in the catch of schools to be related to the surface distribution of fish, schooling peaks however are found earlier after sunset than netting peaks and later before sunrise. It is concluded that schools of pink slamon are conspicuous at the time when the fish come to the surface or submerge into midwater, revealing an ecological character of pink salmon during their vertical movement.

緒　　言

北西大平洋のサケ・マスの分布回游についてはこれまで数多くの報告があり，かなり明らかにされているが，その回游移動時の魚群の性状に関する知見は少ない。サケ・マスはサンマやサバ等の如く密集群を形成しないため，目視観察や魚探記録による群れの判別捕捉は困難と云われている。併し流網による商業漁獲の際，揚網時の観察によれば局部的に多数尾が蝟集罹網している状態がしばしば見られ，游泳移動中はその構成尾数の多い少ないはあるが，小さな群れをなして行動していたことを示唆する現象が見られる。魚の群性については Keenleyside[1] や Steven[2] 等の報告があるが，著者等は先づ流網の一般漁法による漁獲状態の観察記録から，サケ・マスの群れの形成を確かめ，次いでカラフトマスの群性の夜間における時間的な変化について検討を加え，魚群の空間分布[3] や漁獲変動[4] と関連のある行動態様に関し知見を得たので報告する。

本研究の取まとめに当り種々御教示をいただいた本学部辻田時美教授，漁撈作業に携わったサケ・マス委託調査船第五康正丸乗組員諸氏の労苦に対し深甚なる謝意を表する。

資料および方法

資料は1965年の48度以南太平洋海域およびオホーツク海域において行なった流網による一般漁法並びに反復操業の揚網時罹網状態の観察記録より求めた。一般漁法による漁獲試験は5月中旬より6月上旬までの太平洋海域で18点，7月下旬オホーツク海域の3点で行なった(Fig. 1)。使用した流網の目合は夫々 93, 100, 106, 112 および 112, 115, 121, 130m/m であった。反復操業（夜間7～8回投揚網を反復する漁獲方法）は6月上旬の太平洋海域で1点，6月下旬オホーツク海域で1点，7月上～中旬のオホーツク海域で5点の計7点において行ない(Fig. 2) 6月中旬は 100, 106m/m および 112m/m 目合を，7月には 115m/m 目合の流網を用いた。

揚網時の罹網状態より群れを判定する場合，魚体間の距間隔が魚体長（約 50cm とした）範囲内に罹網している複数尾のサケ・マスが，同一方向より罹網しているものを群れとみなして記録した。一般漁法による漁獲結果からシロサケおよびカラフトマスの資料を得，反復操業による漁獲結果ではカラフトマスのみの資料について検討を加え，他の魚種については省いた。また日没時，夜半，日出時を中心とする各々2時間の設網による漁獲結果の資料を，カラフトマスの群れを吟味する補強資料とした。

結　　果

1) 一般漁法による漁獲に見られた群れ

シロサケ……一般漁法による太平洋およびオホーツク両海域の罹網状態記録より，群れの構成尾数とその出現頻度，総漁獲に対する群れとしての漁獲割合を Table 1 に示す。太平洋海域では各目合とも3尾より成る群れの出現頻度は高く，112m/m 目合では6尾群にもやや卓越性が認められるが，115, 121m/m 目合では構成尾数の増加に伴ない出現頻度は急減し，最大12尾群（112m/m 目合）が

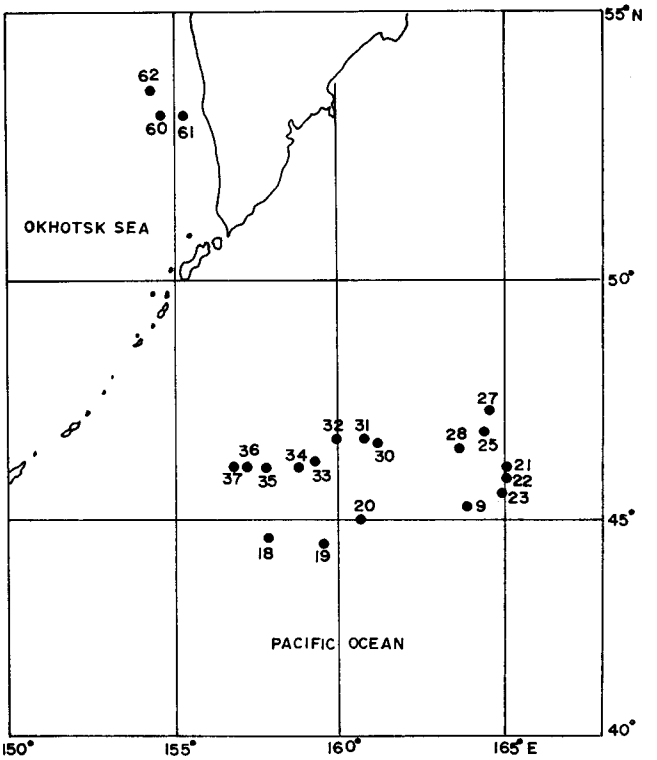

Fig. 1. Location of the commercial fishing operations

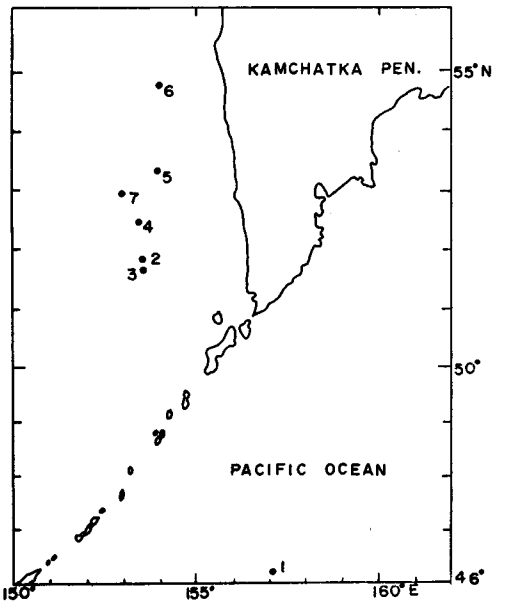

Fig. 2. Location of the experimental stations of repeated fishing

Table 1. Frequency distribution of chum salmon schools composed of several individuals observed by commercial fishing

	Mesh size	No. of fishing	Total catch	School catch	Individual number in a school											
					2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Pacific Ocean	112	17	3139	410	12	59	8	8	12	1	2		1	1	1	
	115	15	2269	293	3	53	13	5	4	1	1				1	
	121	18	1754	167	17	25	11		1		1					
					32	137	32	13	17	2	4		1	1	2	
Okhotsk Sea	112	1	295	28	9	2	1									
	115	2	929	55	4	6	5	1	1							
	121	2	964	50	6	7	1	1			1					
	130	1	461	42		3	4	2		1						
					19	18	11	4	1	1	1					

見られた (Fig. 3)。オホーツク海域では漁獲試験の回数は少なく太平洋海域におけるが如き明らかな傾向は認められない。すなわち 112m/m 目合では 2 尾群，130m/m 目合では 4 尾群が卓越しているが，115, 121m/m 目合では共に 3 尾群の出現頻度は高く，太平洋海域において示された傾向と類似性が認められた (Fig. 4)。太平洋海域では総漁獲に対する群れ漁獲の割合は 9～13% (平均 12%)，オホーツク海域では 5～10% (平均 6.6%) を示し，漁獲時期の早い太平洋海域ではその割合が多く，大小の群れをなす行動性が強いものと推定される。

カラフトマス……太平洋およびオホーツク海域における一般漁法による羅網状態の観察記録結果を Table 2 に示す。太平洋海域では Fig. 5 に示す如く 2 尾群の出現頻度は非常に高く，構成尾数の増

Table 2. Frequency distribution of pink salmon schools composed of

	Mesh size	No. of fishing	Total catch	Shcool catch	Individual							
					2	3	4	5	6	7	8	9
Pacific Ocean	93mm	12	1243	636	88	21	28	3	9	1	11	1
	100 〃	12	1202	722	67	34	38	4	14	1	8	
	106 〃	8	871	408	75	11	18	7	6	1	3	1
	112 〃	8	5718	2063	462	109	88	12	24	1	10	3
	115 〃	3	1456	529	129	22	35		3	1	5	
					821	197	207	26	56	5	37	5
Okhotsk Sea	115 〃	3	3187	1849	138	102	80	36	36	14	13	6

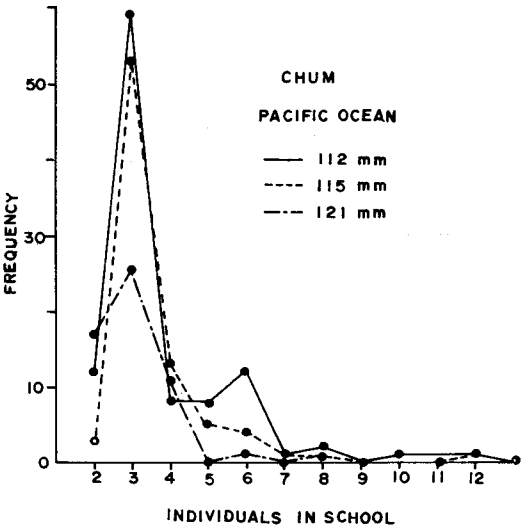

Fig. 3. Frequency distribution of chum salmon schools composed of several individuals in the Northwest Pacific

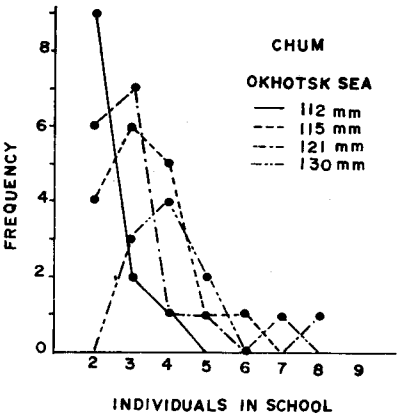

Fig. 4. Frequency distribution of chum salmon schools composed of several individuals in the Okhotsk Sea

加に伴ない減少している。併し 2, 4, 6, 8 等偶数尾よりなる群れが奇数尾よりなる群れに比べ顕著に現われているのが特徴的である (Fig. 6)。オホーツク海域では僅か 6 例に過ぎず太平洋海域の如き特徴は見られないが，2 尾群が非常に多く群れの尾数が増すにつれて減少傾向を示している。又 12, 14, 16, 20, 24 等の多尾数よりなる偶数尾群がみられ，太平洋海域における 2, 4, 6 等の少数偶数尾群との関連が示唆される結果が得られた。海域別に総漁獲に対する群れ漁獲の割合は，太平洋海域では 36～60% (平均 42%) オホーツク海域では 58% を示し，オホーツク海域でやや高率であった。

several individuals observed by commercial fishing

number in a school														
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	…	24
1		3								1		1		
2	1	5		1	1				1					
1														
5		6								1				
9	1	14		1	1				1	2		1		
3		8	1	1		2				2				2

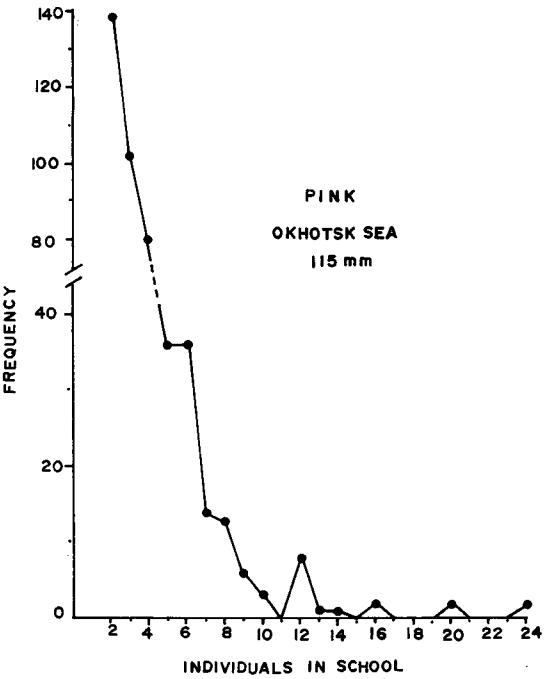

Fig. 5. Frequency distribution of pink salmon schools composed of several individuals in the Northwest Pacific

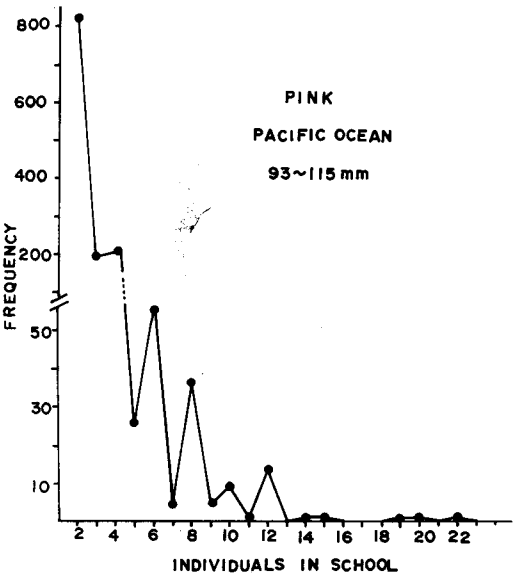

Fig. 6. Frequency distribution of pink salmon schools composed of several individuals in the Okhotsk Sea

Table 3. Frequency distribution of pink salmon schools composed of several individuals observed by repeated fishing

Station	Series	Individuals in a school											Duration of Net Set
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	1												1718—1818
	2		1		1	1					1		1838—1939
	3												1959—2059
	4												2117—0002
	5												0027—0112
	6												0143—0242
	7		2	4									0300—0402
2	1		1										1731—1834
	2		4	1		1							1849—1956
	3												2017—2117
	4												2143—0005
	5												0035—0128
	6	2	3										0148—0240
	7												0303—0358
3	1												1804—1902
	2	2	6		1	1							1924—2037
	3		1										2102—2205
	4	1			1								2231—2332
	5	3											2355—0045
	6	2											0110—0200
	7												0226—0325
4	1		1										1740—1843
	2	6	1										1907—2010
	3	10	2	1									2036—2133
	4	8	2										2159—2256
	5	4											2321—0021
	6	3											0045—0147
	7	1	1										0212—0319
5	1	1											1714—1812
	2												1834—1937
	3	3											2003—2103
	4	2		1									2126—2229
	5	7											2252—2354
	6	3	4										0019—0117
	7												0141—0242
	8												0304—0408
6	1												1649—1748
	2												1811—1915
	3	5	2										1938—2035
	4	3	2										2101—2205
	5	1	2		1	1							2234—2354
	6	1	2	1									0019—0121
	7	1											0148—0250
	8												0314—0410
7	1	9											1641—1738
	2	2											1801—1910
	3	1											1933—2035
	4	1											2059—2201
	5	1											2225—0117
	6	2											0144—0236
	7	4											0258—0412
	total	89	37	8	4	4					1		

2) 反復操業の漁獲に見られたカラフトマスの群れ

シロサケ・カラフトマスは一般漁法の罹網状態の観察記録から，夫々群れを形成することが確認され，魚種により特徴のあることが知られた。この漁獲方法では日没より日出までの長時間設網されるため，この間に単体としての游泳魚が群れの判定範囲内に時間を距てて罹網する可能性も考えられ，特に魚群密度の大なる場合2, 3尾等の小数尾群についての判定誤差が大きくなることが予想される。かかる誤差は設網時間を短縮することによって排除されるであろうとの考え方から，反復操業による罹網状態の記録より検討した。各点における投網回次別の群れ漁獲の頻度を Table 3 に示す。2尾よりなる群れの出現頻度は圧倒的に多く，3尾群はその半数以下で4尾群以上の出現頻度は極めて少ない。且つ又多数尾群(10尾以上)は稀で11尾群を1回観察したのみであった。実験点の多くはオホーツク海域であり，一般漁法によるオホーツク海域の出現状態とその傾向に共通性が認められる。

8月1日，54°～11′N, 155°～08′E の地点で行なった日没時，夜半，日出時を中心とした夜間3回の反復操業の結果では，前記の反復操業より設網時間は長い(2時間)が，やはり2, 3, 4尾群の出現頻度は高く，6尾或は9尾等の出現率もやや見られ，群れ漁獲の割合は，日没日出前後の回次では夜半よりも高率であった (Table 4)。

Table 4. Frequency distribution of pink salmon schools composed of several individuals observed by supplemental experiment

Duration of net set	Mesh size	No. of net (*tan*)	Total catch	School catch	Individuals in a school												
					2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	…	24
	(mm)																
1739—1935	121	92	621	513	52	42	28	1	12	2	1	4			1		1
2135—2340	121	92	420	186	46	20	6	2									
0127—0339	121	92	734	465	101	46	21	4	2								
Total		276	1775	1164	199	108	55	7	14	2	1	5			1		1

* Sunset 1839　Sunrise 0254

3) 群れ漁獲と魚群密度

反復操業による漁獲結果から，カラフトマスには Table 3 に示す如く，一夜間において時刻により群れの出現に変化のあることがうかがわれる。地点毎の回次別に総漁獲に対する群れ漁獲の関係を Fig. 7 に示す。図より時刻による漁獲量と，群れ漁獲には相対的な関連性が認められる。即ち漁獲の多い時刻には群れとして漁獲される魚の多いことを示している。実験を行なった場所，時期によって日没より日出までの時間々隔が異なるので，日没より日出までの時間を1とし，設網時間もこの割合として(Fig. 8) 7地点における時刻別の総漁獲に対する群れ漁獲の割合を平均しその変化過程をみた(Table 5)。7地点での日没より日出までの平均時間々隔は 7.51 時間であり，0.1 は約 45 分に相当する。前報[4] の漁獲変動を示す曲線と共に Fig. 9 に示したが，日没後急激に群れ漁獲の増大がみられ，日没後 0.1 でピークを示し，夜半前後には低率となるが，日出前 0.1 で再びピークがみられ，一夜間に2回の群れ漁獲の山がある。これを夜間の漁獲変動と対比してみると，日没後では漁獲ピークより 0.1 (≒45分) 早く，日出前では 0.1 遅く群れ漁獲のピークが示されている。

この結果より，カラフトマスは日没後逐次表層へ浮上する過程で大小の群れをなす特性が強まり，日没後約 45 分経過後に夜半前のピークを示し乍ら密度を増し，0.2 (約 90 分) 経過時には群れ特性の

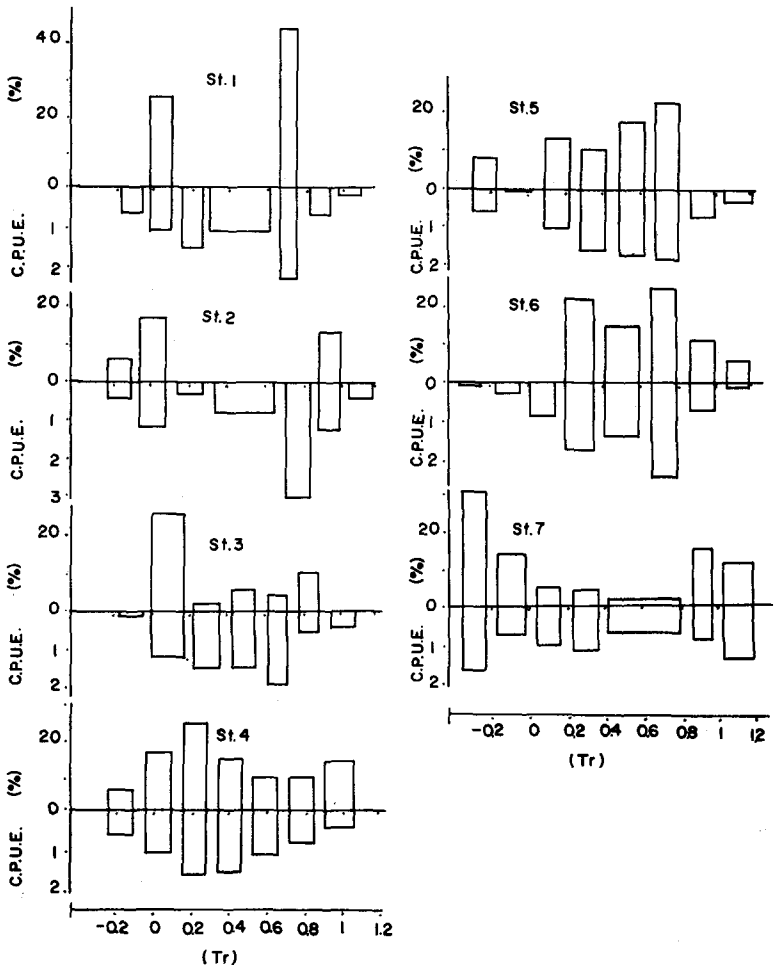

Fig. 7. Relationship between the school catch to the total (%) and the C. P. U. E. in each series of the station

Above the horizontal axis shows the percentage of the school catch to the total. Below the horizontal axis shows the C. P. U. E. of each series of the station

減退は始まるが，表層での密度はピークをなし，その後漁獲および群れ特性とも低率となる。夜半を過ぎ日出前 0.2 で再び漁獲のピークを示すが，この時刻より約 45 分遅れて群れの特性が顕著となり，以後は密度および群性は共に低下するものであると解される。魚群が中層より表層への浮上する時期および表層より中層へ潜降する時機に群れの特性が高まることが知られ，カラフトマスの垂直移動現象における行動の特徴であると考えられる。

考　　察

北緯 48 度以南の太平洋海域およびオホーツク海域で漁場を形成するアジア系のシロサケ，カラフトマスは，40～60cm の魚体長を有するものが多いことから本文では群れの判定は両魚種とも稠網状態の各個体の隔りを 50cm 以内とした。この結果シロサケでは 6 尾以下の群れの出現が多く，特に 3

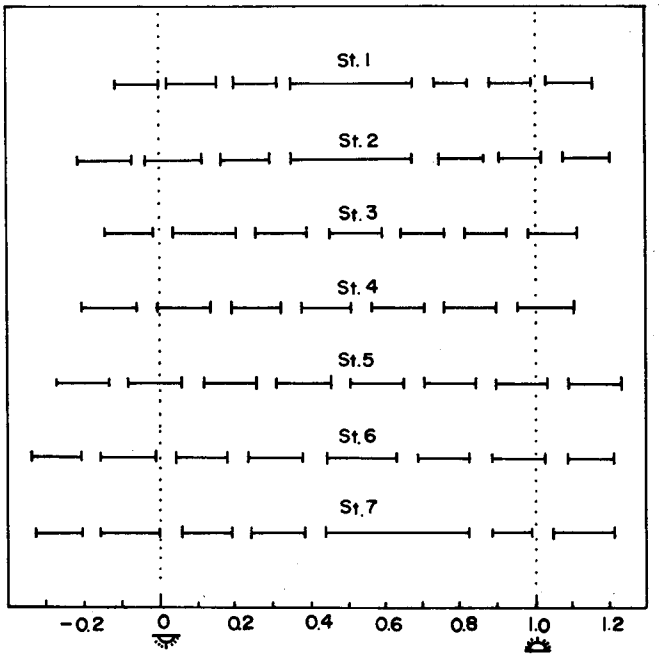

Fig. 8. Duration of net set in every stations
Mean time from sunset to sunrise at 7 stations was 7.51 hours

尾群が海域を問わず卓越していた。またカラフトマスではシロサケの如く6尾以下の群れは多いが，2尾より成る小群の出現頻度は極めて高い。且つ又偶数尾より成る群れの卓越性が認められた。アリューシャン海域において，MAEDA[5] も単体或は2尾群が多く，大きな群れでも4～6尾であると指摘している。

流網で漁獲される魚は，1尾が網目に罹った場合，罹網部を中心としてその周囲は魚の生死に拘らず網目の展開は不良となり後続の魚の罹網を困難ならしめる状態となる。従って2尾以上が局部的に蝟集罹網している現象は，魚が同一行動を行なっており殆んど同時に罹網したとみることが出来よう。かかる理由から単体の偶然的な近接罹網は起り難く，群れの判定の誤差は少なかったと考えられる。魚体の大きさと流網の目合には当然網目の選択性[6)-9)] が働らく。従って大きさの異なる個体が群れをなす場合は，罹網するもの，脱落或は逃逸[10)] するものが生じ，群れの実態把握は困難となる。併し乍ら網目の選択性の幅でカバーされる範囲の魚が群れをなす場合は，略実態に近い群れの捕捉は可能であろう。48度以南海域における初漁期には雌雄によるカラフトマスの体長組成の差異[11)] があるが，体長肥満度の増加した時期では網目の選択範囲も広くなり，群れの捕捉は実態に近いものとなるであろう。

一般漁法では多尾数の出現が多く，反復操業では殆んどみられないという結果を得たが，両者の相異は設網時間の長短とみとみてよい。流し網の持つ罹網特性から，時間を隔てて近接した網目に罹網する可能性は起り難いことを先にものべたが，長時間設網した場合に多尾数群の出現が多いことは，罹網した群と後続魚との間に誘引する作用が働らくのではないかと考えられる。またシロサケとカラフトマス，ベニサケとカラフトマス等が一団となって罹網し，魚種間の泅游中における群れの構成を示す現象もみられるが，充分な資料がなく吟味されなかった。カラフトマスは日没および日出時の前

Table 5. Relation between the number of school catch and total catch

F. No.	Date	Mesh. size (mm)	No. of net (*tan*)	series / catch	1	2	3	4	5	6	7	8
1	6- 5	100	9	T. C.	25	50	72	142	81	25	6	
	6- 6	106	10	S. C.	0	25	0	0	0	22	0	
2	6-25	112	20	T. C.	22	64	16	85	116	47	14	
	6-26			S. C.	3	22	0	0	0	13	0	
3	7- 3	115	15	T. C.	1	62	63	56	61	18	12	
	7- 4			S. C.	0	33	3	7	6	4	0	
4	7- 6	115	15	T. C.	26	45	62	58	46	31	18	
	7- 7			S. C.	3	15	30	22	8	6	5	
5	7- 8	115	15	T. C.	12	2	23	37	39	39	15	6
	7- 9			S. C.	2	0	6	8	14	18	0	0
6	7-10	115	15	T. C.	0	7	19	39	37	52	16	1
	7-11			S. C.	0	0	16	12	19	12	2	0
7	7-12	115	15	T. C.	29	14	19	22	38	13	34	
	7-13			S. C.	18	4	2	2	2	4	3	

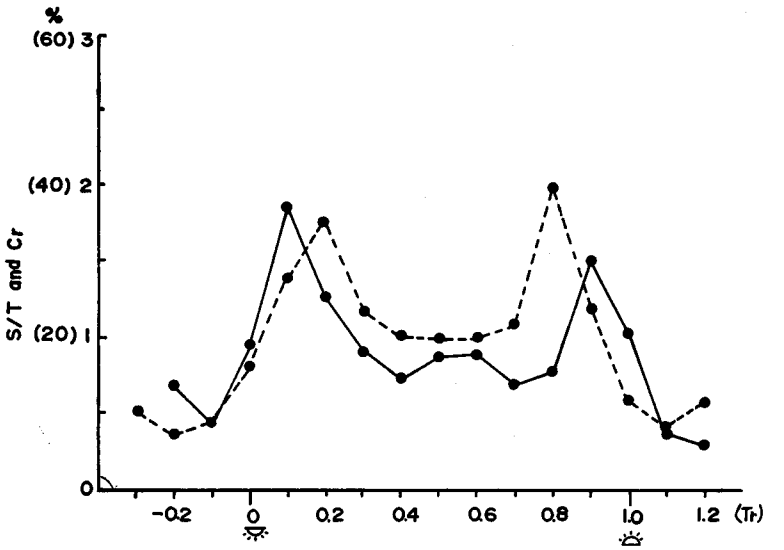

Fig. 9. Relation between the fluctuation of the catch and the relative value of school catch to the total in a night

---- fluctuation of the catch, —— fluctuation of the school cach, S/T....school catch to the total, Cr....catch ratio (catch/hour/set)

後の垂直的な行動を行なう時，大小の群れをなす特性が示され，表層における魚群密度との関連の強いことが明らかにされたが，これら大小の群の組成と雌雄，発育段階，摂餌強度等については，種内種間関係および魚群の日周行動の追求と併せて今後資料を重ね検討したい。

要　　約

1. 北太平洋に分布し回游移動時のサケ・マスの群れの特性について，流網による一般漁法ならびに反復操業の罹網観察記録より検討した。

2. シロサケは太平洋およびオホーツク両海域とも3尾よりなる群れの出現頻度は高く，最大12尾群が観察された。

3. カラフトマスは太平洋，オホーツク海域とも2尾群の出現頻度は高く，偶数尾よりなる群の出現が目立ち最大の群は24尾であった。

4. カラフトマスの夜間の群れ漁獲の変化は，時刻的な漁獲変動にに対比する傾向がある。即ち，漁獲量の多いときは群れ漁獲も多い。

5. カラフトマスの群れの特性は，日没後は漁獲ピークより約45分早く，日出前では約45分おそくピークをなし夜半は低率である。

6. カラフトマスの群れの特性は，魚群の表層浮上，中層潜降の過程で強まり，垂直移動現象の一つの特徴と云える。

引　用　文　献

1) Keenleyside, M. H. A. (1955). Zoo. Lav. Univ. Groninga, The Netherlands.
2) Steven, D. M. (1958). Dep. Zool. Univ. Coll. West Indies.
3) 三島清吉・上野元一・川島利兵衛 (1966). 日水誌 **32**(10), 843～846.
4) 三島清吉・斉藤昭二・島崎健二 (1966). 日水誌 **32**(11), 922～930.
5) Maeda, H. (1953). 日水誌 **19**(4), 305～318.
6) 石田昭夫 (1962). 北水研々究報告 **25**, 20～25.
7) ——— (1962). 北水誌月報 **19**(3), 85～90.
8) 山本昭一・三島清吉 (1962). 北大水彙報 **13**(2), 82-97.
9) 上野元一・三島清吉・山本昭一 (1965). 北大水産彙報 **16**(3), 143～153.
10) 上野元一・三島清吉・島崎健二 (1965). 同誌 **16**(2), 71～77.
11) 島崎健二・三島清吉 (1966). 同誌 **16**(4), 256～261.