

宮城県北部沿岸で放流したシロザケ親魚の移動パターン

日下啓作*¹・小野寺淳一*²・富川なす美*²

Migration patterns of Chum Salmon released in northern coastal area of Miyagi Prefecture by tagging experiments

Keisaku KUSAKA*¹, Jun-ichi ONODERA*², Nasumi TOMIKAWA*²

キーワード：シロザケ, 標識放流, 回遊経路, 成熟度, 三陸沖100m 深水温

宮城県のシロザケ沿岸来遊尾数（沿岸漁獲尾数と河川捕獲尾数の合計）は1995年の約264万尾をピークとして減少傾向が見られたが、2000年以降は増加傾向で推移し、2002年には歴代3番目となる約221万尾を記録した。一方、国内全体の沿岸来遊尾数は1999年の8,800万尾から減少傾向にあり、最近5年間は5,000万尾前後で推移している。

国内のシロザケ資源量は人工ふ化放流技術の進展によって1970年代から飛躍的に増大し^{1,2)}、その資源は人工的に維持されるようになった。シロザケは産卵時期に合わせて母川回帰する習性を持つことが知られているが³⁾、来遊期間内で適正な尾数配分とするには計画的な種卵の確保と適期放流が不可欠であり、親魚の沿岸来遊時期や来遊尾数に関する予測資料はふ化放流団体や沿岸漁業関係者にとって重要である。本県の沿岸および河川では例年9～12月頃を中心にシロザケ親魚が来遊するが、時期ごとの来遊尾数には明らかな年変動が見られている。この要因としては、親潮第1分枝による影響を強く受ける三陸沿岸域の水温分布⁴⁾とシロザケ親魚の回遊生態の関連が指摘されているが⁵⁻⁷⁾、親魚の回遊経路や河川系群の識別においては現在もなお不明な部分が残されている。三陸沿岸域では過去に宮城県志津川湾沖⁸⁾や岩手県宮古・釜石沖^{9,10)}でシロザケ親魚の標識放流が実施されたが、これらは陸岸に近い定置網で捕獲された親魚を使用しているため、沖合を回遊する魚群に関する情報が不足していると考えられる。上野（1993）は岩手県沿岸から本州太平洋東岸、さらには本州日本海沿岸北部に

及ぶ広範囲の移動状況を示したが、親魚の捕獲・標識放流が11～12月に実施されているため、10月以前に来遊した親魚の回遊行動については明らかにされていない。

宮城県沿岸では、9月中旬から11月中旬まで水深140m以浅の海域で固定式底刺網によるシロザケ漁獲が行われており、その漁獲量は県内沿岸漁獲量の40%前後を占めている。操業海域は離岸距離で最大12km前後に達することから、この漁法で捕獲した親魚を標識放流することにより、定置網で捕獲したものよりも沖側を回遊する親魚の移動状況を調べることが可能になる。

宮城県では、沿岸来遊親魚の回遊経路および河川系群を明らかにするため、シロザケ親魚の標識放流調査を実施してきた。本稿では、1994～2002年までの9ヶ年にわたって宮城県北部海域で実施された標識放流調査の結果¹²⁻²⁰⁾を解析し、県北部沿岸域に来遊したシロザケ親魚の移動パターンと海況との関連について検討した。

方 法

1 標識放流調査

シロザケ親魚の標識放流調査は、宮城県本吉郡唐桑町から歌津町に至る県北部沿岸域で1993年から実施されたが、本稿では、小泉湾沖周辺で調査を実施した1994～2002年の結果について扱うものとする。

シロザケ親魚の捕獲および標識放流は、秋サケ刺網操業期間を中心とした9月下旬から12月上旬の期間中に毎年7回から9回、サケ刺網操業船を用船して行った。調

*¹気仙沼水産試験場 *²気仙沼地方振興事務所

査海域は、1994年が本吉郡小泉湾沖、1995～2002年が歌津町末ノ崎沖の水深90～100mおよび110～140mの海域である(図1)。親魚の捕獲には1張りの長さ20反、目合い4寸5分の刺網を1～2張り使用した。刺網の敷設は午前4時以降、揚網は午前7時以降に行った。捕獲したシロザケは尾叉長、体重の測定および成熟度を記録した。

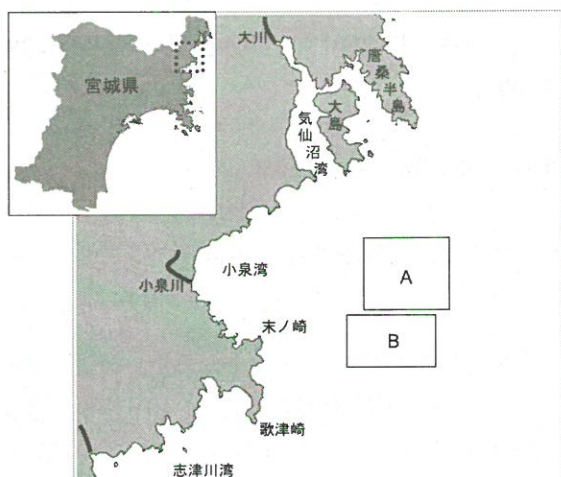


図1 シロザケ親魚の捕獲および標識放流海域。
(A:平成6年 B:平成7～14年)

成熟度の判別は広井(1985)・帰山ら(1980)に従い、体色が完全な銀白色の個体を銀毛、体色がほぼ銀色でかすかに婚姻色が出現している個体をAブナ、婚姻色がより明瞭で皮膚が肥厚した個体をBブナ、体色がほぼ婚姻色で覆われ皮膚の肥厚が著しい個体をCブナとした。捕獲時に生存していた個体は速やかに流水水槽(容量500リットル)に収容し、活力がほぼ完全に復活した個体については、標識番号を記載した白色結束バンドを尾丙部に装着し放流した(図2)。

再捕された標識魚については再捕月日、再捕場所、再捕漁法等を県内外の魚市場やふ化放流団体、公的機関等から聞き取り、この情報をもとに放流日から再捕日までの遊泳日数、放流地点から再捕地点までの移動距離を求めた。なお、沿岸域に回帰した親魚はほぼ陸岸に沿った回遊経路を取ると考えられることから^{10,11,21)}、標識魚の移

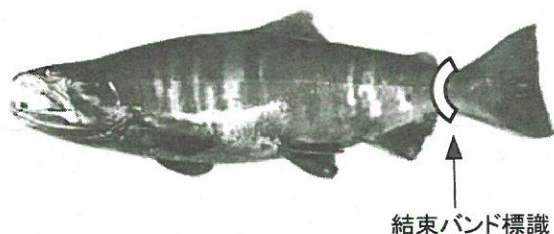


図2 シロザケ親魚への標識装着部位。

動距離は放流地点から再捕地点までの沿岸距離に等しいと仮定して、海岸線に近接した道路の区間距離から概算した⁸⁾。移動距離の起点は1994年放流群が本吉町大谷、1995～2002年度放流群が歌津町末ノ崎とした。

2 沿岸水温および三陸沖の海況

海況要因が標識魚の移動パターンに及ぼす影響について検討するため、1994～2002年の気仙沼湾口部岩井崎および女川町江ノ島における9～11月の定点水温データと、各年11月における三陸沖100m深水温分布図(1994・1995年:第二管区海上保安部作成、1996～2002年:東北区水産研究所作成)を用いて、各年の沿岸水温推移および親潮・黒潮系水の分布状況を比較した。定点水温の観測水深は岩井崎地先が約0.5m、女川町江ノ島が約1mである。

結果および考察

1 親魚の捕獲状況

1994～2002年のシロザケの旬別捕獲尾数を表1に示した。一句内に複数回の調査を実施した場合は、その調査回数を括弧内に記載した。

各年の捕獲尾数は238～597尾の範囲であった。1994年には20回の調査を実施したにもかかわらず、捕獲尾数は9ヵ年で最低の238尾にとどまったが、これは1994年の県内沿岸漁獲量が約88万尾と著しく不漁であったことと関連している¹²⁾。旬別の捕獲状況は年によって異なる傾向で推移し、捕獲尾数のピークは1995年・1996年・1998～2001年の6ヵ年は10月中旬～下旬、1994年・1997年はそれぞれ11月上旬・下旬、2002年は9月中旬であった。宮城県のサケ固定式底刺網の操業許可期間は9月下旬から11月下旬頃であるが、10月中旬から下旬頃には親魚の河川遡上経路を確保するため約5日間の網揚げ規制が実施されている。1999～2001年の10月中旬から下旬および2002年の9月中旬には各旬で最高200尾以上が捕獲されたが、これらはいずれも操業許可期間外に調査を実施した時の尾数である。操業1回・刺網1反あたりの捕獲尾数は表1で示した捕獲尾数をほぼ反映し、年平均尾数は1994年が最も少なく0.3尾/反、1995年以降は1.3～2.1尾/反であった(表2)。旬別の推移を見ると、網揚げ規制期間に当たる10月中旬から下旬でピークとなるパターンが多かったが、1994年・1997年・2002年はこの期間においても最高2.4尾と比較的少ない尾数にとどまった。捕獲魚の性比は調査時期を通じて雄が過半数を占めたが、その割合は9月の60%から12月の53%へとやや減少した

表1 1994～2002年のシロザケ標識放流調査における親魚捕獲尾数。括弧内は一句内に複数回操業を行った時の操業回数を示す。

	9月			10月			11月			12月			合計
	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31	
1994				0		5	129(5)	93(9)	11(4)				238
1995		27	30	20	105	105		38	96(2)	19			440
1996		91(2)	72	42	81	143	26	17	23	5			500
1997	94		33	55	85	31	28	36	105	26	12		505
1998		24	26	142	40	154	95	32	38(2)		5		556
1999			47	18		265	41	38	57	7	25		498
2000		42	57	28	224	42	65	15	19	9			501
2001			89	67	32	261	43	41	39(2)	25			597
2002		240	42	92	95	27		50	5				551
合計	94	424	396	464	662	1033	427	360	393	91	42		4,386

表2 1994～2002年のシロザケ標識放流調査における固定式底刺網1反あたりの捕獲尾数。

	9月			10月			11月			12月			平均
	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31	
1994				0		0.3	0.6	0.3	0.07				0.3
1995		0.8	0.8	0.5	4.2	5.3		1.0	2.4	1.0			2.0
1996		1.5	1.8	1.1	2.0	3.6	0.7	0.9	0.6	0.3			1.4
1997	2.4		0.8	1.4	2.1	0.8	0.7	0.9	2.6	0.7	0.3		1.3
1998		0.6	0.7	3.6	2.0	7.7	2.4	0.8	1.0		0.1		2.1
1999			1.2	0.5		6.6	1.0	1.0	1.4	0.2	0.6		1.6
2000		1.1	1.4	0.7	5.6	1.1	1.6	0.4	0.5	0.2			1.4
2001			2.2	1.7	0.8	6.5	1.1	1.0	1.0	0.6			1.9
2002		6.0	1.1	2.3	2.4	0.7		1.3	0.1				2.0
平均	2.4	2.0	1.3	1.3	2.7	3.6	1.2	0.8	1.1	0.5	0.3		1.5

(図3-a)。雄の成熟度は、9月・10月には未成熟な銀毛・Aブナ、12月は成熟度が高いBブナ・Cブナの割合がそれぞれ高く、11月には両者の割合がほぼ同様となった(図4)。一方、雌では9～11月まで銀毛・Aブナの割合が高く、12月以降にBブナ・Cブナが主体となり、捕獲魚について比較した限りでは雌の成熟親魚は雄より遅い時期に出現する傾向が認められた。

捕獲魚の平均尾叉長は66.1～69.5cm、平均体重は3.1～3.6kgの範囲であった(表3)。なお、1994～1997年は標識放流しなかった個体みの平均値、1998～2002年は捕獲した全個体の平均値である。1995年・1998年は尾叉長66.1～66.8cm、体重3.1～3.2kgで他の7カ年に比べて魚体がやや小型であった。雌雄間の尾叉長、体重には各年

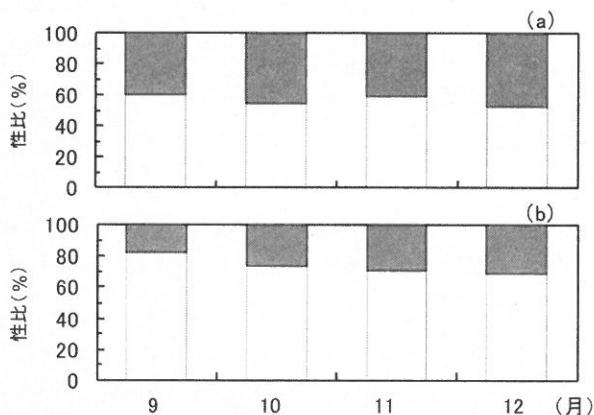


図3 シロザケ親魚の捕獲魚(a)および標識放流魚(b)の性比。(□:雄 ■:雌)

とも明らかな差は見られなかった。

標識放流尾数は1994～2002年の各年で109～203尾、9カ年合計で1,471尾であった(表4)。旬別では10月中旬から下旬で放流尾数が多く、1999～2001年にはこの期間内に調査1回あたり74～114尾を放流した。標識魚に占める雄の割合は69～83%で捕獲魚における雄の割合より高く(図3-b)、成熟度組成は、捕獲魚と同様に9～10

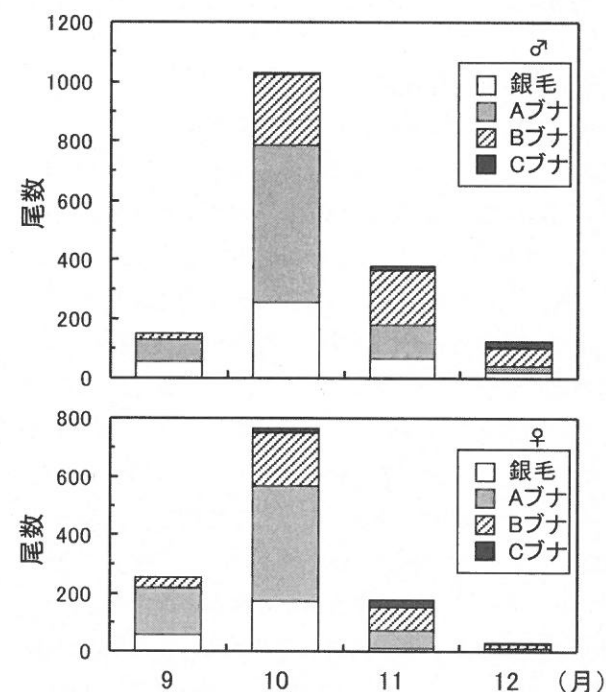


図4 捕獲したシロザケ親魚の成熟度組成。

月はAブナが主体であり、11~12月は成熟度が高いBブナ・Cブナの割合が増加した(図5)。

表3 捕獲したシロザケ親魚の尾叉長(cm), 体重(kg).

	尾叉長(cm)			体重(kg)		
	♂	♀	全体	♂	♀	全体
1994	66.8	69.6	67.7	3.2	3.7	3.4
1995	66.0	66.2	66.1	3.1	3.1	3.1
1996	69.9	69.1	69.5	3.3	3.2	3.2
1997	68.9	68.2	68.8	3.4	3.4	3.4
1998	66.5	67.3	66.8	3.1	3.2	3.2
1999	68.5	69.4	68.9	3.5	3.5	3.5
2000	68.3	69.1	68.7	3.5	3.5	3.5
2001	68.7	68.5	68.6	3.5	3.5	3.5
2002	69.1	68.7	68.9	3.6	3.6	3.6

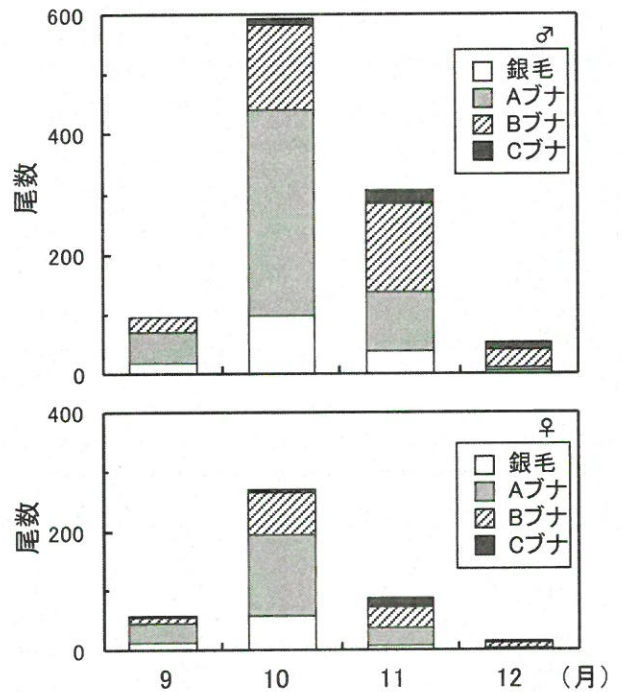


図5 シロザケ標識放流魚の成熟度組成.

表4 1994~2002年におけるシロザケ親魚の標識放流尾数.

	9月			10月			11月			12月			合計
	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31	
1994				0		3	35	64	7				109
1995		4	10	3	39	28		16	20	10			130
1996			21	9	25	25	9	3	10	5			125
1997	13		7	14	25	8	5	21	30	7	0		130
1998		5	14	46	15	56	26	13	23		3		201
1999			11	3		114	14	9	33	4	15		203
2000		23	10	13	83	10	25	12	15	5			196
2001			27	15	13	74	17	22	22	9			199
2002		41	16	41	42	17		18	3				178
合計	13	94	113	144	242	335	131	178	163	40	18		1,471

2 標識魚の再捕状況

放流時期別の再捕尾数および再捕率を表5に示した。再捕尾数は各年で22~84尾, 9ヶ年合計で507尾であった。再捕率は1994年の20.2%から1998年の41.8%まで年によって変動したが, 9ヶ年の平均再捕率は34.5%であり, 過去に岩手県沿岸で行われた標識放流調査¹¹⁾の結果とほぼ同様であった。各年の再捕尾数・再捕率を放流時期別に比較すると, 放流尾数が多かった10月放流群で比較的多い再捕尾数が得られたが, 再捕率は2001年・2002年を除いて11月放流群で最高値を示しており, 9ヶ年平均では10月上旬から11月下旬までの期間中, 10月中旬を除いて40%に近い値で推移した。

標識魚の再捕地点は青森県から茨城県までの三陸・常磐沿岸域に分布した。再捕された漁法は定置網が全体の約53%で最も高く, 次いで刺網が約29%, 河川捕獲が約17%, 底曳網が約1%であった。

3 標識魚の移動距離と遊泳日数との関係

標識魚の移動距離を100km毎で区分し, 各区分における再捕率を表6に示した。ここでの再捕率は, 成熟度別の放流尾数に対する再捕尾数の割合である。移動距離が南北5km以内であった個体については放流海域内で再捕されたものとした。なお, 以下の文中で示す成熟度はすべて放流時点での成熟度である。

銀毛は放流地点から北300km・南500km以内の区間で再捕され, 各区分での再捕率は0.6~5.7%で全般に低位であった。Aブナでは, 再捕された海域が北400km・南500km以内で銀毛より広範囲であったが, 再捕率は放流地点から南北200km以内の区間では3.8~10.9%と比較的高く, 南北201km以上の区間では0.2~1.3%と低位であった。Bブナが再捕された海域は北400km・南300km以内, Cブナは北300km・南200km以内の区間であり, 成熟度が高くなるにつれて放流地点を中心とした海域に縮小する

表5 1994～2002年におけるシロザケ親魚の放流時期別再捕尾数と再捕率。

	9月			10月			11月			12月			合計
	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31	
1994 再捕尾数				0		0	9	11	2				22
(%)				0		0	25.7	17.2	28.6				20.2
1995 再捕尾数		0	3	0	9	6		8	6	2			34
(%)		0.0	30.0	0.0	23.1	21.4		50.0	30.0	20.0			26.2
1996 再捕尾数		4	2	5	6	11	3	2	7	2			42
(%)		19	11.1	55.6	24	44	33.3	66.7	70	40			33.6
1997 再捕尾数	1		1	5	6	3	4	7	11	3	0		41
(%)	7.7		14.3	35.7	24	37.5	80	33.3	36.7	42.9	0		32.3
1998 再捕尾数		2	6	20	4	22	9	7	14		0		84
(%)		40	42.9	43.5	26.7	39.3	34.6	53.8	60.9		0		41.8
1999 再捕尾数			6	1		45	10	4	8	1	4		79
(%)			54.5	33.3		39.5	71.4	44.4	24.2	25	26.7		38.9
2000 再捕尾数		6	3	3	21	5	10	8	8	3			67
(%)		26.1	30	23.1	25.3	50	40	66.7	53.3	60			34.2
2001 再捕尾数			7	7	7	35	7	10	6	2			81
(%)			25.9	46.7	53.8	47.3	41.2	45.5	27.3	22.2			40.7
2002 再捕尾数		12	4	12	17	4		7	1				57
(%)		29.3	25	29.3	40.5	23.5		38.9	33.3				32.0
合計 再捕尾数	1	24	32	53	70	131	52	64	63	13	4		507
(%)	7.7	25.5	28.3	36.8	28.9	39.1	39.7	36.0	38.7	32.5	22.2		34.5

表6 シロザケ標識魚の移動距離を100kmおきに区分した各区間の再捕率（上段）および遊泳日数（下段）。放流地点からの移動距離が5 km以内であった標識魚は放流海域内で再捕されたものとした。表中の成熟度は放流時点での成熟度を示す。

—再捕率—

移動距離(km)	北					放流海域	南				
	401-500	301-400	201-300	101-200	6-100		0-5	6-100	101-200	201-300	301-400
銀毛	0.0	0.0	0.6	5.7	4.4	3.2	1.9	1.9	3.2	2.5	1.3
Aブナ	0.0	0.6	1.1	8.1	10.9	5.4	5.8	3.8	1.3	0.9	0.2
Bブナ	0.0	0.3	1.1	7.5	11.3	4.6	5.9	1.1	1.1	0.0	0.0
Cブナ	0.0	0.0	1.2	5.9	9.4	3.5	4.7	2.4	0.0	0.0	0.0
全体	0.0	0.4	1.0	7.6	10.3	4.9	5.3	2.8	1.4	0.8	0.3

—遊泳日数—

移動距離(km)	北					放流海域	南				
	401-500	301-400	201-300	101-200	6-100		0-5	6-100	101-200	201-300	301-400
銀毛	—	—	6.0	7.3	8.3	5.0	7.7	7.3	9.4	18.8	12.0
Aブナ	—	12.8	7.6	6.7	6.8	5.5	6.1	8.2	8.8	13.9	23.5
Bブナ	—	8.0	8.0	5.4	5.0	3.4	5.0	7.3	7.3	—	—
Cブナ	—	—	10.0	4.8	4.9	3.7	5.5	5.5	—	—	—
全体	—	12.0	7.7	6.3	6.2	4.9	5.7	7.9	8.7	15.5	17.8

傾向が認められた。Aブナ・Bブナ・Cブナの再捕率は放流地点から北6～100kmの区間で最も高く、北101～200kmの区間でも南6～100kmの区間を上回る再捕率を示したことから、これらの成熟度では放流後に北へ移動した割合が比較的高かったことが示唆された。なお、放流地点を中心とした宮城県北部沿岸では多くの固定式底刺し網が敷設されていたと考えられるが、沿岸に来遊した親魚は表層から水深400m前後におよぶ深浅移動を頻繁に行っていることが確認されており²³⁻²⁵⁾、海底に敷設された刺し網が放流海域周辺の高い再捕率をもたらした要因とは考えにくい。銀毛は北101～200km区間で最捕率が

5.7%と最も高く、201kmより北の区間では再捕率が0.6%に急減したのに対して、南へ移動したものでは401～500kmの区間でも1.3%が再捕され、移動距離に対する再捕率の減少傾向が緩やかであったことから、銀毛の場合は放流地点から南へ500kmに達する広範な移動が特徴であったと考えられる。

標識魚の遊泳日数は0～43日の範囲で、再捕魚全体の平均は6.7日であった。成熟度別の平均遊泳日数は、銀毛が8.9日、Aブナが7.1日、Bブナ・Cブナがそれぞれ5.1日で成熟度が高いものほど日数が短縮し、志津川湾沖で実施された標識放流調査による遊泳日数（Aブナ：約7

日、Bブナ：約4日)⁸⁾と同様の傾向が認められた。移動距離別の全成熟度平均遊泳日数は4.9~17.8日で移動距離に伴って増加し、101km以上の各区分では南への遊泳日数が北への日数をそれぞれ上回った。成熟度別に見ると、北200km以内・南400km以内の区分では成熟度が高いものほど遊泳日数が短縮した。Cブナは南北1~200kmまでの遊泳日数が4.8~5.5日でもっとも短かったが、これはCブナが母川探索のため放流後速やかに母川周辺域へ移動し再捕された結果と考えられる。なお、北201~300kmおよび南401~500kmの区分では成熟度が高いほど遊泳日数が長くなっているが、これらの日数はわずかに1~2尾の再捕魚から得られた値であり、単純に成熟度と遊泳日数との関係について言及することはできない。

成熟度別の遊泳日数を河川・沿岸で再捕された場合と比較すると、銀毛は15.6日・5.9日、Aブナは15.1日・5.7日、Bブナは9.4日・4.4日、Cブナは7.5日・4.2日であり、河川再捕された標識魚の遊泳日数は沿岸再捕された場合の2倍前後であった。岩手県沖で11~12月に放流された標識魚が河川再捕されるまでの平均日数は10~12日であり¹¹⁾、本稿で得られたBブナの遊泳日数に近い。一方、十勝川水系で捕獲された親魚の成熟日数(採卵可能になるまで蓄養した日数)は銀毛で約32日、Aブナ・Bブナ相当で約23日、Cブナ相当で0~13日とされており²⁾、これらの日数に比べると本稿で得られた河川再捕までの遊泳日数は短い。この理由としては、河川再捕された標識魚は短期間で母川を特定できた個体に限られ、長い日数をかけて母川探索を行っていた標識魚の大半が沿岸で再捕されたために、遊泳日数が見かけ上短くなったことが考えられる。河川または沿岸で再捕された標識魚の遊泳日数差は、銀毛で8~11日、Aブナで6~18日、Bブナで2~16日、Cブナで2~3日の範囲であった。これらの日数を河川再捕された標識魚の遊泳日数に加えると、標識魚が河川遡上に要した本来の日数は、銀毛では24~27日、Aブナでは21~33日、Bブナでは11~25日、Cブナでは10~11日と推定され、北海道沿岸における来遊親魚の成熟日数(来遊初期群：25~40日、中期群：10~25日、後期群：0~10日)³⁾にほぼ類似した結果が得られた。

4 標識魚の移動状況

河川および沿岸で再捕された標識魚の遊泳日数と移動距離の関係を図6に示した。9ヵ年間の移動状況を概観すると、銀毛・Aブナは放流後に南北へ分散する傾向が

強く、遊泳日数・距離ともに比較的長い個体が多く見られたのに対し、Bブナ・Cブナは放流地点から北への移動が主であり、遊泳日数・距離が比較的短い傾向が認められた(図6-a)。移動距離が6km以上であった標識魚のうち、北へ移動した割合は銀毛で44%、Aブナで55%、Bブナ・Cブナで61~62%となり、成熟度が高い個体ほど北へ移動する割合が高い傾向が認められた。各成熟度の再捕尾数のうち、放流海域内(放流地点から南北5km以内)で再捕された割合は13~14%であったが、これらが放流海域内で滞泳していたものか、広範囲を回遊し放流海域に戻った時点で再捕されたものかは不明である。成熟度別の移動範囲を見ると、銀毛の最大移動距離は北へ約220km、南へ約430kmの範囲であり、9~10月放流群では南へ比較的大きく移動したが11月以降は南への移動がほとんど見られなかった。Aブナの最大移動距離は北へ約400km、南へ約430kmの範囲であった。放流後の移動方向は調査時期を通じて南北へ分散し、とくに10月下旬から11月上旬の放流群で分散傾向がより明瞭であった。Bブナの最大移動距離は北へ約370km、南へ約300km、Cブナでは北へ約250km、南へ約110kmであった。Bブナ・Cブナの多くは放流地点から北へ移動したが、10月下旬から11月下旬の放流群ではBブナ7尾、Cブナ2尾が南へ100km以上の移動を示した。以下に、各年の移動状況を概説した。文中の成熟度は放流時点での成熟度である。

「1994年」(図6-b)

11月2日に放流した銀毛・Aブナ各1尾が北へ220km、11月9日に放流したBブナが南へ250km、それぞれ移動した。他の移動距離は南北120km以内の範囲であった。遊泳日数は、宮城県内陸部の河川(東和町二股川)で再捕された1尾で18日、他は2~10日であった。

「1995年」(図6-c)

9月27日に放流したAブナが北へ約300km、10月20日・27日に放流した銀毛・Aブナの計4尾が南へ260~430km移動した。この他の移動距離は南北約150km以内の範囲であった。遊泳日数は、岩手県内陸部の河川(一関市砂鉄川)で再捕された1尾で14日、他は1~10日であった。

「1996年」(図6-d)

9月19日、10月9日および15日に放流した銀毛・Aブナの計4尾が南へ250~380km移動した。これらの遊泳日数は1尾(6日)を除いて28~43日と比較的長かった。11月29日に放流したAブナ1尾は北へ230km移動し、遊泳日数は6日であった。この他の移動距離は南北約150km以内の範囲であり、遊泳日数は、放流海域周辺で再捕されたAブナ1尾の16日を除いて1~10日であった。

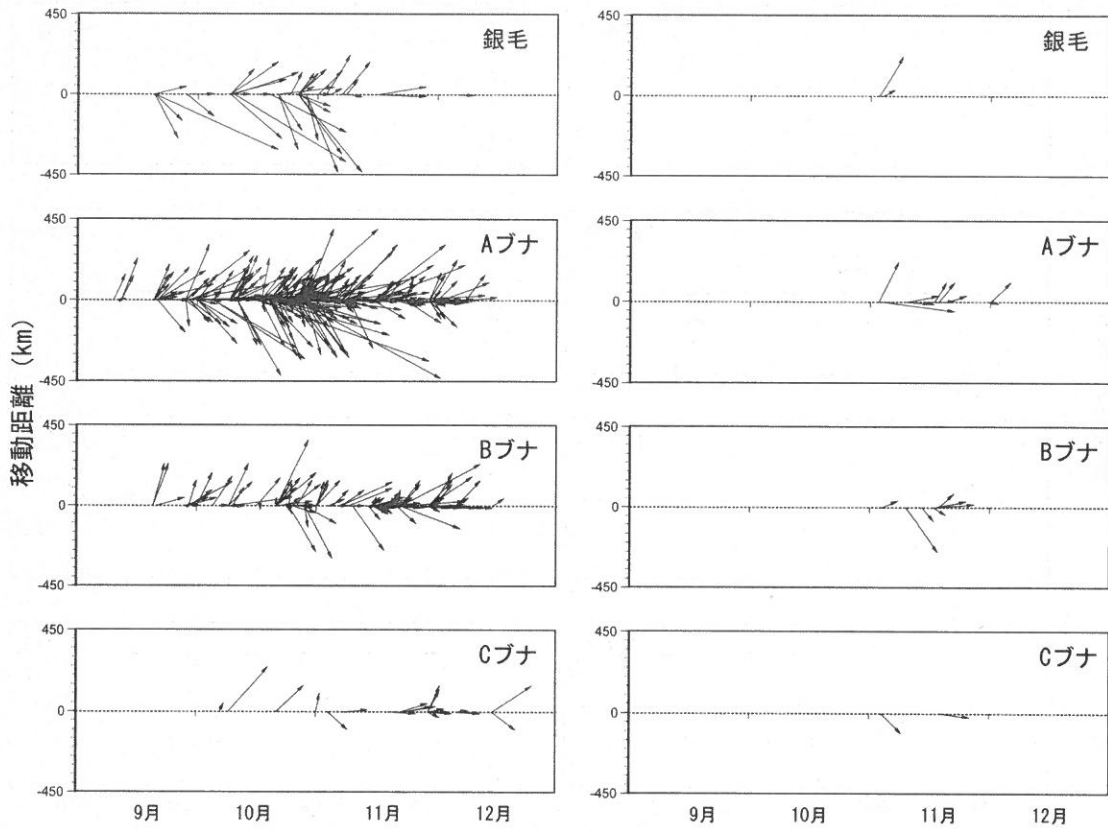


図 6 - a シロザケ標識魚の移動状況 (1994~2002年).
上向きの矢印は放流地点から北へ、下向きの矢印は南への移動を示す.

図 6 - b シロザケ標識魚の移動状況 (1994年).

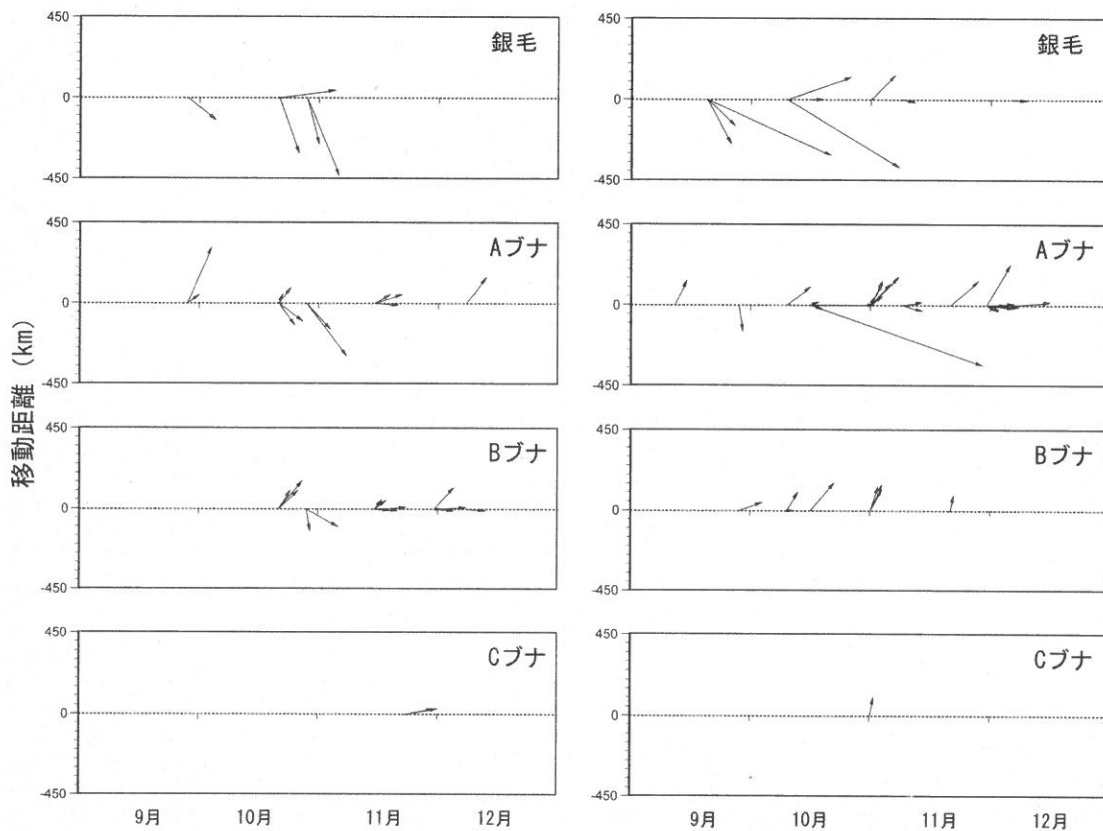


図 6 - c シロザケ標識魚の移動状況 (1995年).

図 6 - d シロザケ標識魚の移動状況 (1996年).

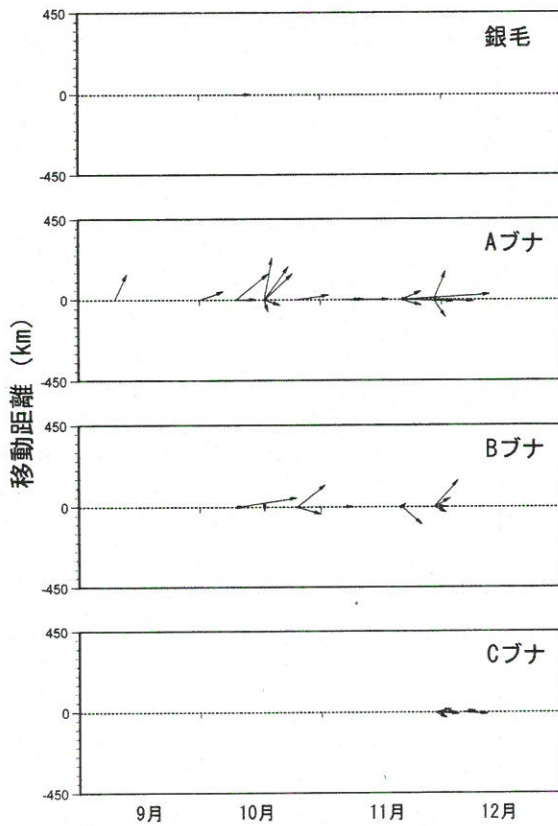


図 6 - e シロザケ標識魚の移動状況 (1997年).

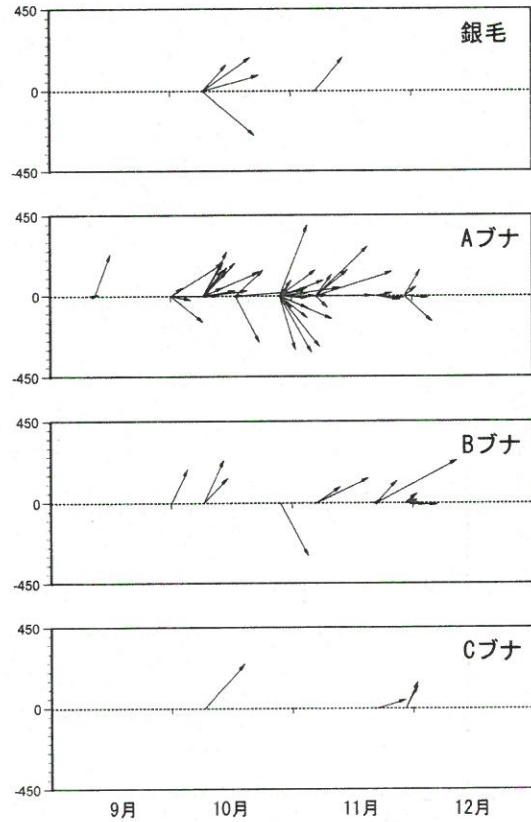


図 6 - f シロザケ標識魚の移動状況 (1998年).

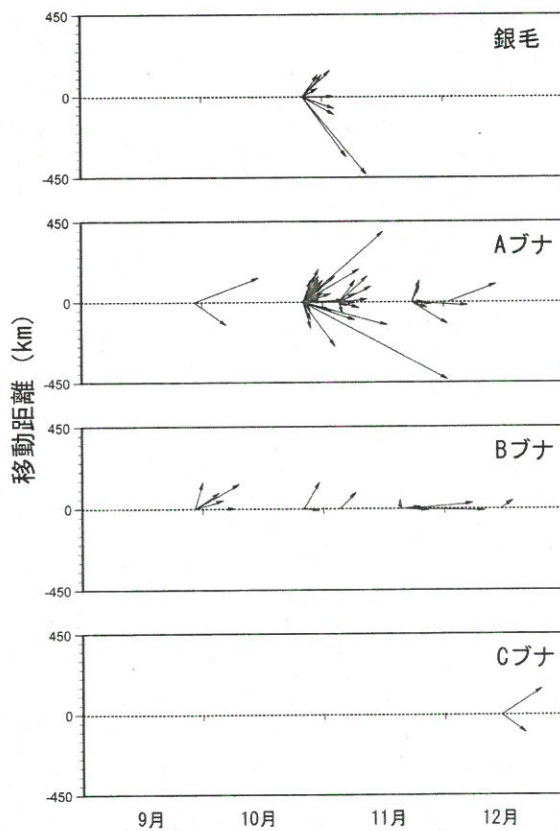


図 6 - g シロザケ標識魚の移動状況 (1999年).

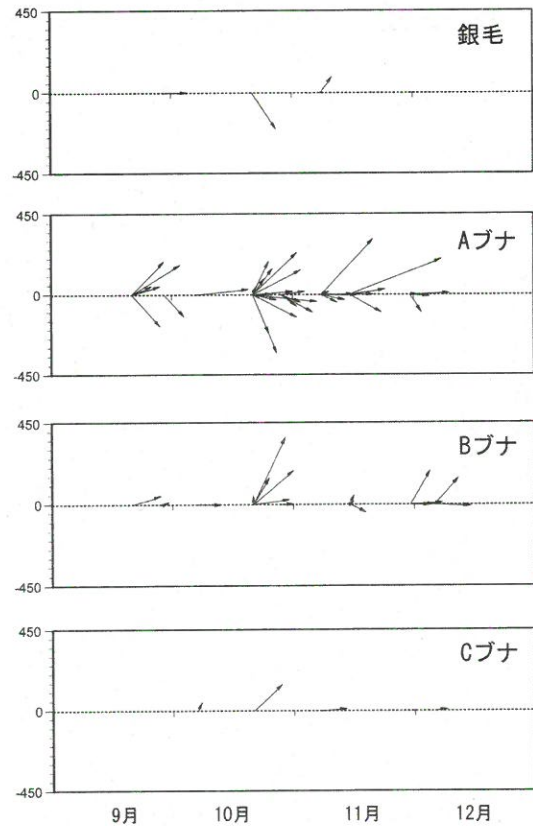


図 6 - h シロザケ標識魚の移動状況 (2000年).

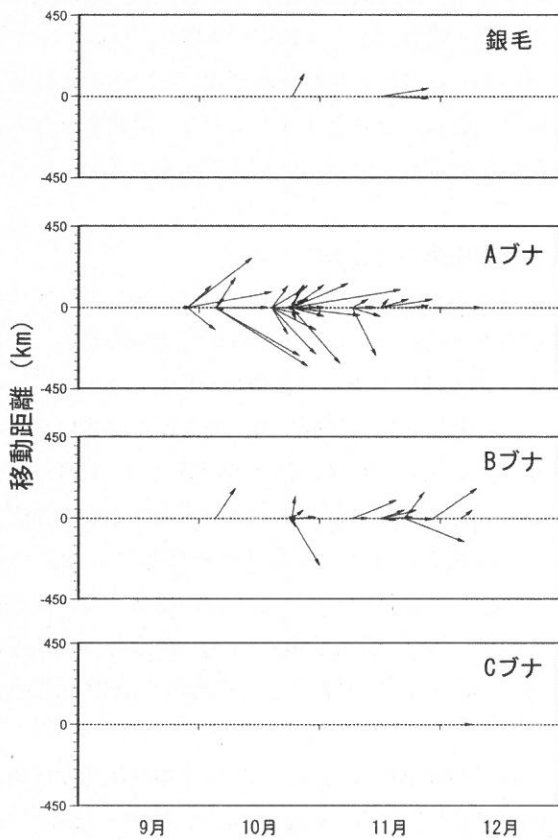


図 6 - i シロザケ標識魚の移動状況
(2001年).

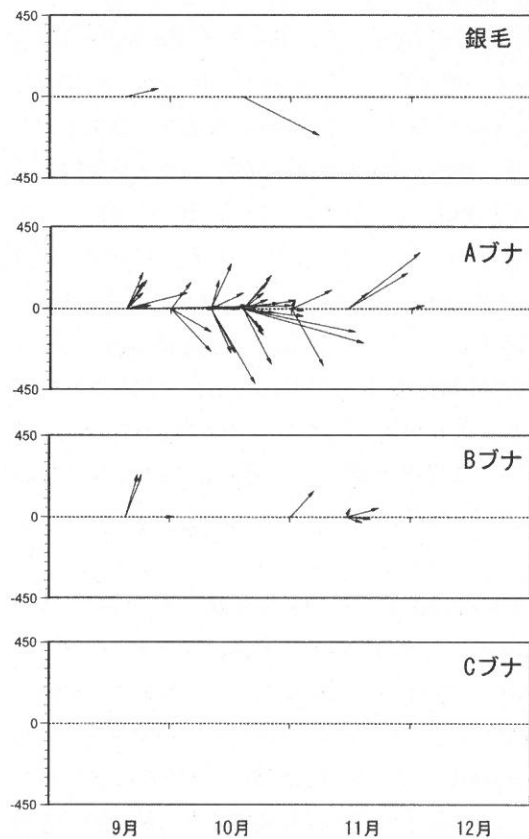


図 6 - j シロザケ標識魚の移動状況
(2002年).

〔1997年〕(図 6 - e)

10月16日に放流した A ブナ 2 尾が北へ200km前後移動し、遊泳日数は2日または6日であった。他の移動距離は北へ約150km、南へ約100kmの範囲であった。遊泳日数は、宮城県北部の河川(気仙沼市大川)に遡上した A ブナが22日で最も長く、他は0~15日であった。

〔1998年〕(図 6 - f)

9月11日から10月27日の放流群で南北への分散移動が顕著であった。10月27日に放流した A ブナは1尾が北へ約400km、さらに1尾が南へ320km移動し遊泳日数はそれぞれ7日・8日であった。この他の標識魚は北へ270km、南へ300kmの広範囲に分散し、遊泳日数は1~23日であった。11月6日以降の放流群では放流地点から北への移動が主体となった。

〔1999年〕(図 6 - g)

10月25日に放流した銀毛2尾・A ブナ2尾が南へ約250~430km移動し、遊泳日数は8日・11日・16日・36日であった。また、A ブナ1尾が20日間で北へ390km、4尾が4日間または14日間で北へ180km移動した。この他の移動距離は南北約140kmの範囲であり、遊泳日数は0~21日であった。最も遊泳日数が長かったのは A ブナ・B ブナ各

1尾で、A ブナは宮城県豊里町旧北上川、B ブナは志津川湾内で再捕された。

〔2000年〕(図 6 - h)

9月20日と10月20日に放流した A ブナ3尾が南へ約180km移動し、遊泳日数は4~7日であった。また B ブナ1尾が北へ370km、A ブナ8尾が北へ約170~370km移動し、遊泳日数は5~23日であった。この他の移動距離は北へ約140km、南へ約120kmの範囲であり、遊泳日数は0~16日であった。11月7日以降の放流群では放流地点から北への移動が主体となった。

〔2001年〕(図 6 - i)

9月27日に放流した A ブナが北へ約270km移動し、遊泳日数は16日であった。10月4日・18日、11月8日に放流した A ブナ5尾と B ブナ2尾は、南へ約260~330km移動した。遊泳日数は、10月4日に放流した2尾が21日・23日で比較的長かったが、この他は6~12日であった。10月4日に放流した A ブナ・B ブナ各1尾と、11月28日に放流した B ブナ1尾は北へ約160km移動し、遊泳日数は5~11日であった。この他の移動距離は南北約140kmの範囲であり、遊泳日数は1~27日であった。

「2002年」(図6-j)

9月19日に放流したAブナ・Bブナ各2尾が北へ160~233km移動し、遊泳日数は3~5日であった。9月30日、10月10日・18日・30日、11月14日に放流した銀毛1尾とAブナ7尾は南へ約190~420km移動し、遊泳日数は宮城県七北田川に遡上したAブナで30日、他の銀毛・Aブナは5~19日であった。また、10月10日から11月14日に放流したAブナ5尾が北へ約160~310km移動し、遊泳日数は10月放流群で2~7日、11月14日放流群で15~18日であった。他の移動距離は南北約150km前後と比較的狭い範囲であった。遊泳日数はほぼ1~17日であったが、宮城県旧北上川および県北部沿岸で再捕されたAブナではそれぞれ28日・41日と長かった。

9ヵ年間の標識魚の再捕結果を概観すると、銀毛・Aブナは放流地点から南北への分散移動、Bブナ・Cブナは放流地点から主に北へ移動するパターンであり、1995年・1998~2002年がこれらにほぼ該当した。1994年は今回解析した9ヵ年中で唯一10月放流群の移動状況が不明であったが、1994年・1997年は各成熟度とも移動範囲が他の年より小さく、1994年・1996年・1997年のAブナでは南へ移動した尾数の割合が他の年に比べて低い傾向が認められた。標識魚の移動パターンが年によって変動したことの要因として、親潮の動向をはじめとする三陸沖の海況変動が挙げられる^{6,7)}。1994年は三陸沖暖水塊の分布に伴って親潮第一分枝の南下下限域が北偏した年であり¹²⁾、1996年・1997年においても海況面で何らかの要因が標識魚の移動パターンに影響を及ぼした可能性が考えられるが、この点については後述する。なお、母川探索中の親魚は沿岸各湾を経由する複雑な経路で移動することが推測される^{10,11)}、回遊途中の標識魚が沿岸に設置された定置網や刺網等により再捕された結果、標識魚の再捕地点と母川との位置関係が全く異なる可能性は十分に考えられる。このことは、地域的なシロザケ漁獲尾数

の多寡が、稚魚放流尾数の多い母川の位置関係に必ずしも対応しない点からも推察できる⁶⁾。したがって、図6で示した標識魚の移動距離や方向は母川探索行動の一端を表したものと考えべきであり、帰属する母川の位置関係に必ずしも直結しない点に注意が必要である。

5 標識魚の遊泳速度

河川再捕された標識魚について、1日あたりの遊泳速度を表7に示した。放流地点から北方の河川へ移動した場合の成熟度別平均遊泳速度は8.1~12.1km/dayであり、成熟度と遊泳速度の間に明らかな関連は認められなかった。一方、南方の河川へ移動したものでは4.7~28.4km/dayの範囲で成熟度が高いものほど遊泳速度が減少し、成熟度に伴って遊泳速度が増加するとした帰山ら(1980)とは逆の傾向となった。遊泳速度の最高値は北上群ではAブナの51.6km/day、南下群では銀毛の62.0km/dayであり、両者ともに移動距離は300km以上であった。

過去の標識放流調査における平均遊泳速度は約24~29km/day⁸⁾、約25~45km/day¹⁰⁾、約19~22km/day¹¹⁾であり、これらに比べると本稿の平均遊泳速度は大幅に低いが、遊泳速度の最高値は過去に報告された50km/day⁸⁾や72km/day²¹⁾にほぼ類似した。母川探索中の成熟親魚は沿岸域で旋回・蛇行行動を繰り返しながら複雑な経路で遊泳すると考えられ、実際に標識魚の総遊泳距離は再捕地点まで直線距離の1.2~3.2倍に達することが確認されている²⁴⁾。本稿では、標識魚の移動距離として放流地点と再捕地点間の沿岸距離を用いたことから、実際の移動距離と移動速度を過小に見積もっている可能性があり、とくに母川探索過程にあるBブナ・Cブナでこの影響が顕著に表れたものと考えられる。これまでに本県が利用してきた標識では遊泳水深や水温、加速度といった遊泳行動に関する情報は一切入手できないことから、今後、沿岸での行動生態の解明や回遊経路の把握を

表7 河川に遡上したシロザケ標識魚の移動速度。表中の成熟度は放流時点での成熟度を示す。

		銀毛	Aブナ	Bブナ	Cブナ
北向き	速度範囲 (km/day)	3.0-15.4	0.7-51.6	0.9-24.0	1.3-24.5
	平均(S.D.)	8.1(5.3)	12.1(11.7)	8.3(8.0)	10.8(10.9)
	n	4	32	13	5
南向き	速度範囲 (km/day)	10.0-62.0	1.5-37.9	1.4-8.6	3.1
	平均(S.D.)	28.4(5.3)	10.7(10.1)	4.7(3.6)	-
	n	8	16	4	1

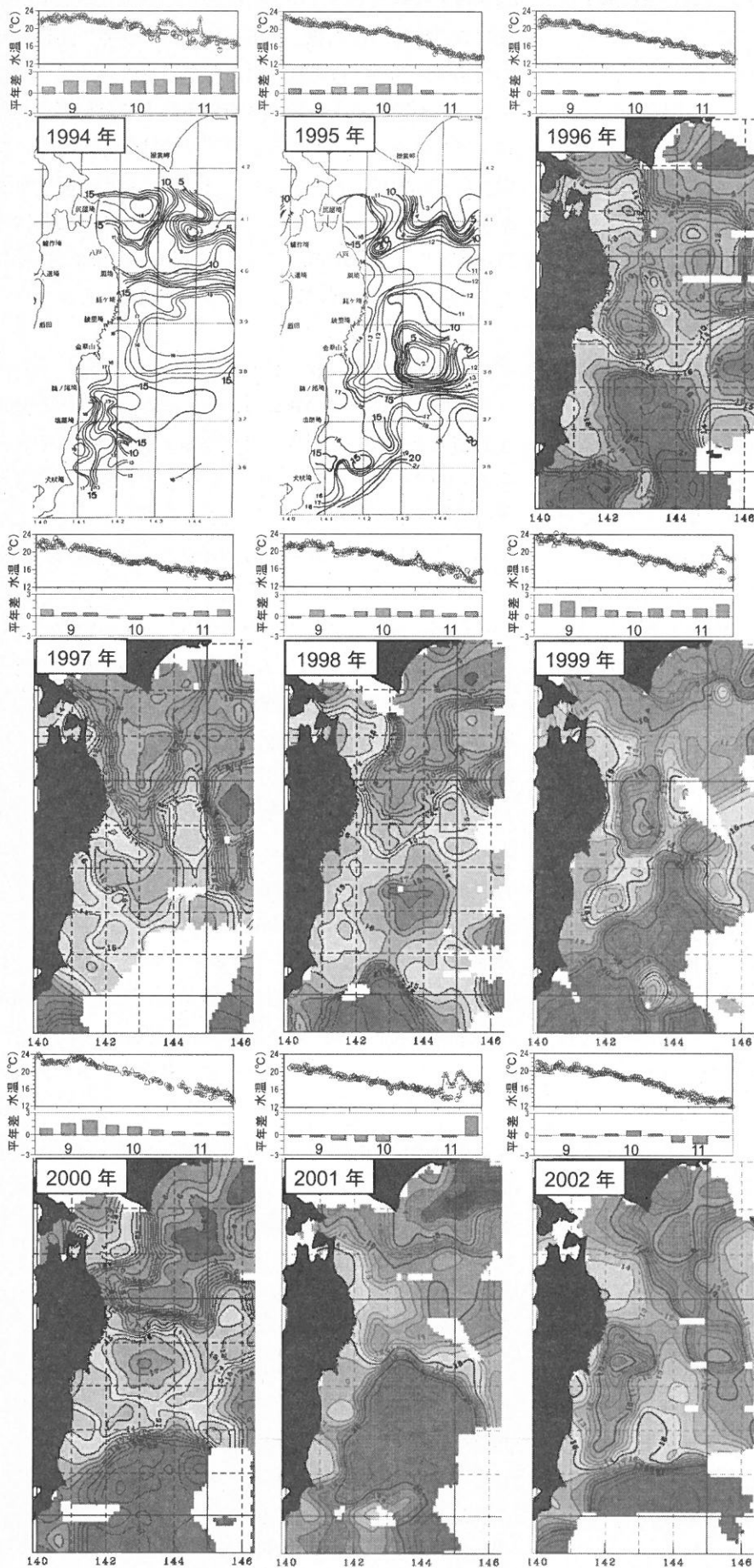


図7 9～11月における宮城県沿岸水温の推移および11月の三陸沖100m深水温分布図。
 上段：岩井崎(○)・江ノ島(△)における表面水温推移。
 中段：岩井崎の各年水温と30カ年平均水温との較差。
 下段：各年11月の三陸沖100m深水温分布図。

行うには、魚体装着型データロガー等の新たな標識手法の導入が必要と考えられる。

6 沿岸水温と三陸沖海況

気仙沼湾口部岩井崎および女川町江ノ島における1994～2002年の各年9～11月の水温推移、岩井崎における各年水温と30ヵ年平均水温（以下、平年水温とする）との較差、および各年11月の三陸沖100m深水温分布を図7に示した。岩井崎・江ノ島の水温は9～10月中旬までほぼ同様に低下したが、1994年の10月下旬以降と1998～2001年の11月以降に顕著な水温上昇が認められた。岩井崎における各年水温と平年水温との較差を見ると、1996年・1997年はほぼ平年並み、1994年と1998～2000年は平年より高めであった。1995年は9～11月上旬まで平年より0.4～1.3℃高く、11月中旬以降に平年並みに低下したのに対し、2001年は9～11月中旬まで平年より0.2～1.1℃低く、11月下旬には急激に上昇して平年を2.5℃上回った。2002年は9～10月下旬までほぼ平年並みであったが、11月上旬から平年を0.3～1.3℃下回った。これらの沿岸水温の変動と100m深水温分布との関連について考察した。

〔1994年・1998～2000年〕

岩手県中部から茨城県までの沿岸の全域または一部で15～18℃台の黒潮系暖水が分布し、1994年・1998年・1999年には津軽暖流が起源と思われる暖水域の張り出しが下北半島東方で認められた。2000年は親潮第1分枝の南下勢力が比較的強く、また石巻湾周辺では12℃台の水塊が分布したが、岩井崎の水温推移は他の3ヵ年と同じく平年より明らかに高めで推移したことから、本県沿岸では黒潮系暖水の波及による影響が強かったと考えられる。

〔1996年・1997年〕

岩手県北部から茨城県までの沿岸域が13～16℃の水温帯で覆われ、宮城・岩手県沿岸には親潮系水の一部が接岸した。1996年には下北半島東方沖への津軽暖流の張り出しと福島県沖への黒潮系水の北上が見られたが、岩井崎・江ノ島で顕著な水温上昇が認められなかった点を考慮すると、宮城県沿岸では親潮系の波及が強勢であったものと推察された。一方、1997年は宮城県北部沿岸と宮城県中部から福島県沿岸で暖水域が分布した。岩井崎の水温は9月と11月が平年以上、10月が平年以下であったが、これは宮城県北部沿岸に分布した暖水域と親潮系水の動向によって引き起こされたものと推察した。

〔1995年・2001年・2002年〕

青森県から茨城県までの沿岸域には13～18℃の範囲で

高温域と低温域がほぼ交互に分布した。1995年は金華山沖に5℃以下の冷水塊、2001年は志津川湾沖に20℃以上の暖水域、2002年は宮城県沖に5℃以下の冷水塊とこれを取り巻く10℃以下の低温域が岩手県中部から福島県沖にかけて分布した。2001年11月下旬には岩井崎・江ノ島の水温が急激に上昇、2002年11月上旬には岩井崎の水温が平年以下に低下したが、これらの急激な水温変動は沖合に分布した暖水域あるいは冷水域が接岸傾向で移動したことによって引き起こされたものと推察した。

7 標識魚の移動パターンと沿岸水温との関連

沿岸回帰直後の未成熟親魚は、回遊経路上の高水温域を短期間で通過し比較的低温な親潮系水内で滞泳すると考えられるが³⁾、この様な回遊を行う背景には、生育適水温が6～12℃と言われているシロザケにとって、低温域内で基礎代謝エネルギーの消費量を節約する目的があると考えられる^{23,25)}。一方、成熟した親魚は比較的高温な沿岸表層にも浮上することが確認されているが^{23,25)}、これは臭覚により表層水中の母川水を識別するための行動と考えられ、産卵を間近に控えた親魚が高水温域からの回避よりも母川探索を優先していることを示唆している¹⁾。

標識魚の移動パターンと三陸・常磐沿岸域の水温分布との関連について検討した。1994年・1996年・1997年のAブナでは放流地点から南へ移動した割合が低かった。この3ヵ年の海況は、福島県から茨城県までの沿岸水温が宮城県北部から岩手県北部の沿岸より最大3～7℃高かった点が共通した。成熟日数が長い未成熟親魚は高水温域をなるべく避けた回遊経路を選択すると考えられるので、これらの年のAブナは放流地点から南の高温域を避け、北の低温域へ移動したものと考えられる。なお、1996年9月中旬から10月中旬に放流した銀毛2尾・Aブナ1尾が南へ大きく移動し2尾は福島県河川、1尾は茨城県河川に遡上したが、遊泳日数は28～43日と著しく長かったことから、これらの標識魚は比較的低温な宮城県沿岸で滞泳し、成熟が進んだ後に南へ移動したものと推察された。一方、1995年・1998～2002年の銀毛・Aブナは放流地点から南北への分散移動、Bブナ・Cブナは放流地点から主に北へ移動するパターンを示した。海況は、1998～2000年は三陸・常磐沿岸の全域または一部に15～18℃の暖水が分布し、1995年・2001年・2002年は三陸・常磐沿岸域に高温域と低温域が交互に出現した。この様に沿岸水温の地域間較差が小さい海況条件下では、本来なら未成熟親魚が回避するような高水温域が形成されな

かったため、結果的に放流地点から南北への分散移動を示したものと推察される。一方、Bブナ・Cブナの移動方向は沿岸水温による影響を受けにくいと考えられることから、本稿で示した移動パターンは放流海域以北の河川を目指した母川探索行動であったものと推察された。ここまで、沿岸来遊親魚の移動方向には三陸・常磐沿岸域における水温の地域間較差が影響している可能性について示したが、銀毛・Aブナの移動パターンが類似した年の海況と、宮城県沿岸の水温推移が類似した年の海況は必ずしも一致しない。これは、1997年・2000年・2002年の100m深水温分布図で見られるように、沿岸域に分布する局所的な水塊の動向が沿岸水温に影響を及ぼすためと考えられる。従って、今後シロザケ親魚の回遊経路や沿岸来遊量等を推定する際には、三陸・常磐沖における親潮系水・黒潮系水や各水塊の分布およびその動向について把握しておくことが重要と考えられる。

標識魚の移動パターンは、放流時の成熟度と沿岸域の水温分布によって異なる傾向を示したが、放流時期による明らかな違いは認められなかった。シロザケ親魚が母川周辺域へ回帰する時期は系群によって異なることが知られている³⁾。埴山ら(1980)は、志津川湾沖で行った標識放流調査の結果から宮城県沿岸に来遊する前期群は北上川水系を中心とした県内南方系群であり、後期群のほとんどは小泉川・気仙沼市大川・気仙川に属する県内北方系群であると推定している。本県沿岸に来遊した親魚のうち成熟度が高かったものを各系群の後期群と仮定すると、今回扱ったBブナ・Cブナ標識魚は小泉川、大川を中心とした宮城県中部沿岸以北から岩手県中部沿岸域で再捕されたことから、これらは本県北部沿岸を主な起源とした系群と考えることができる。一方、銀毛・Aブナ標識魚の再捕地点は青森県から茨城県まで広範囲に分散し、本州沿岸の北方系群と南方系群が混在することが裏付けられたが、これらの系群を識別するための十分な情報は現在まで得られていない。沿岸来遊親魚の系群識別は、秋サケ漁業を行っている各県が効率的なふ化放流事業の継続や漁獲量安定化に向けた取り組みを行っていく上で重要な基礎資料であるが、県単位の調査で得ら

れる情報には限界があることから、今後はより広域的な体制のもとで調査を実施する必要があると考えられる。

要 約

1. 宮城県沿岸に来遊したシロザケ親魚の回遊経路および河川系群を把握するため、県北部沿岸で標識放流調査を行った。標識放流尾数は1994～2002年の9ヶ年間で計1,471尾であり、このうち507尾が青森県から茨城県に至る三陸・常磐沿岸域で再捕された。
2. 標識魚の再捕地点は、銀毛・Aブナでは三陸・常磐沿岸域の広範囲に分散したが、Bブナ・Cブナでは放流地点を中心とした比較的小規模な範囲に縮小する傾向が認められた。放流から再捕までの成熟度別平均遊泳日数は銀毛が8.9日、Aブナが7.1日、B・Cブナがそれぞれ5.1日であり、成熟度が高くなるほど短縮した。
3. 1994～2002年は三陸沖の親潮系水・黒潮系水をはじめ水塊の分布状況や宮城県沿岸の水温推移に年変動が認められた。銀毛・Aブナは、三陸・常磐沿岸域がほぼ様な水温分布であった年には放流地点から南北へ分散移動する傾向が強く、常磐沿岸域が三陸沿岸域より高温であった年には高温域からの退避行動と推定される北上移動を主としたパターンを示した。Bブナ・Cブナは沿岸域の水温分布に関わらず放流地点から北へ移動した割合が比較的高かった。

謝 辞

標識放流調査の実施に際しては、歌津町漁業協同組合所属第三協和丸をはじめ、宮城県北部地区の秋サケ刺網操業船の方々より多大なるご協力をいただいたことに対し厚く御礼申し上げます。また、標識魚の再捕報告をいただいた青森県から茨城県の各県沿岸漁業従事者ならびにふ化放流団体の方々、魚市場関係者諸氏、各県行政機関関係者諸氏に御礼申し上げます。本調査結果の取りまとめに際しては、気仙沼水産試験場職員諸氏はじめ県内各関係機関のサケ・マス担当者諸氏から多くのご指導、ご助言をいただき、ここに御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 婦山雅秀 (1994) サケのふ化放流とその資源管理の重要性. 研究ジャーナル. 17 (2), 16-21.
- 2) M.Kaeriyama (1989) Aspects of salmon ranching in Japan. *Physiol. Ecol. Japan, Spec.*1:6 2 5-6 3 8.
- 3) 広井 修 (1985) 秋サケの資源と利用－性成熟－. 恒星社厚生閣. 39-52.
- 4) 石田知子・小川嘉彦 (1989) 三陸沿岸の水温場に対する親潮の影響の評価. 東北区水産研究所研究報告, 51, 183-190.
- 5) 飯岡主悦・武市正明 (1979) サケ・マス資源増大対策調査－親魚調査－. 昭和54年度岩手県水産試験場年報. 195-203.
- 6) 井ノ口伸幸・岩切 潤・道又 昭 (1981) サケの漁況と海況との関連調査. 昭和55年度岩手県水産試験場年報. 13-15.
- 7) 石田享一 (1991) 岩手県沿岸のサケ漁況変動に及ぼす海況の影響. 水産海洋研究, 55 (2), 105-113.
- 8) 婦山雅秀・広沢一郎・二宮保男 (1980) 志津川湾におけるアキサケ標識放流試験. 宮城県気仙沼水産試験場研究報告, 5, 10-18.
- 9) 飯岡主悦・古館治美 (1981) サケ・マス資源増大対策調査－親魚調査－. 昭和55年度岩手県水産試験場年報. 179-181.
- 10) 石田享一・長洞幸夫・井上喜洋・渡部俊広 (1988) 三陸沿岸に回帰するサケ親魚の行動. 日水誌, 54 (8), 1279-1287.
- 11) 上野康弘 (1993) 本州太平洋岸域のシロザケ親魚の生態と資源に関する研究. 遠洋水産研究所研究報告, 30, 79-185.
- 12) 宮城県 (1994) 平成6年度秋さけ資源利用配分適性化事業報告書.
- 13) 宮城県 (1995) 平成7年度秋さけ資源利用配分適性化事業報告書.
- 14) 宮城県 (1996) 平成8年度秋さけ資源利用配分適性化事業報告書.
- 15) 宮城県 (1997) 平成9年度さけ・ます増殖管理推進事業報告書.
- 16) 宮城県 (1998) 平成10年度さけ・ます増殖管理推進事業報告書.
- 17) 宮城県 (1999) 平成11年度さけ・ます増殖管理推進事業報告書.
- 18) 宮城県 (2000) 平成12年度さけ・ます増殖管理推進事業報告書.
- 19) 宮城県 (2001) 平成13年度さけ・ます増殖管理推進事業報告書.
- 20) 宮城県 (2002) 平成14年度さけ・ます資源管理推進事業報告書.
- 21) 余座和征・添田秀男・嶋村哲哉・長谷川英一・吉原喜好 (1985) 知床半島沿岸域における早期来遊シロザケの水平移動. 日水誌, 51 (9), 1419-1423.
- 22) 婦山雅秀 (1977) 十勝川水系におけるサケ・マスの人工再生産効率向上に関する研究－II 1976年, 十勝川におけるサケ親魚遡上動向とその捕獲・採卵方法について. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 31, 55-70.
- 23) H.Tanaka, Y.Takagi and Y.Naito (2000) Behavioural thermoregulation of chum salmon during homing migration in coastal waters. *J.Exp.Biol.* 203.1825-1833.
- 24) H.Tanaka, Y.Takagi and Y.Naito (2001) Swimming speeds and buoyancy compensation of migrating adult chum salmon *Oncorhynchus keta* revealed by speed/depth/acceleration data logger. *J.Exp.Biol.* 204. 3895-3904.
- 25) H.Tanaka, Y.Takagi and Y.Naito (2003) Behavior of chum salmon as revealed by micro data loggers off the Sanriku coast, Japan: A review. *Otsuchi Marine Science.* 28. 6-13.