

サケ親魚の活魚輸送時に必要な酸素放出量について

橋 本 進

はじめに

サケ親魚の活魚輸送については、河川環境の悪化や、資源増大のおりから、その機会が増加している。反面、輸送に起因して生じる輸送時及び蓄養時の死亡も少なくない。殊に未熟親魚の安全な輸送については、本邦に回帰するサケ資源の中で、早帰に回帰する銀毛サケの漁業資源を拡大させるという面から重要である。

このため、今後の輸送技術の一指針になればと、未熟な銀毛サケが捕獲される十勝川河口の北海道さけ・ます増殖事業協会打内捕獲場、及び成熟魚が捕獲されている同川上流にある同幕別捕獲場でそれぞれ捕られた親魚を、北海道さけ・ますふ化場札内事業場構内にある同事業協会札内蓄養池に輸送中の活魚車において、放出酸素量と溶存酸素濃度との関係を測定した。その結果、輸送時に必要な酸素放出量の一応の目安値を得たので参考までに報告する。なお、実験にあたっての熱心に助力されたさけ・ます事業協会十勝支所札内蓄養池の、佐藤光昭氏及び当场幕別事業場長佐藤和夫技官らに謹んで謝意を表す。

方 法

1. 輸送区間、時期及び輸送条件は、それぞれ1表及び2表に示したとおりである。
2. 輸送タンクは、キャンバス布製の大きさ〔底面3.6m×1.1m、底面より0.6m上方3.84m×1.46m、開口部3.6m×1.1m、深さ1.0m〕の使用水槽部が逆台形の水槽を、鉄製支柱で組立て、水槽の底の中央部に、活魚輸送用カーボン製の酸素分散器〔大きさ：高さ8cm、長さ110cm、表面積1900cm²〕2本を縦に固定し、酸素ポンプと併列に連絡されたものである。
3. 酸素の放出量は、草野科学器械製作所製シ

1表 実験場所及び時期

区 間	回 数	時 期	距離
愛牛一札内	3	昭和56年9月25日	40km
幕別一札内	1	昭和56年10月7日	8km

2表 輸送尾数及びその他の酸素放出量以外の輸送条件

輸送No	区 間	尾 数	重量 kg	熟 度	気圧 mmHg	水深 cm	タンク水量 m	分散器数	輸送時間分
1	愛牛一札内	33	145	銀毛	769	48	2.21	2	55
2	〃 〃 〃	26	114	〃	〃	51	2.37	2	42
3	〃 〃 〃	27	119	〃	〃	53	2.47	2	61
4	幕別一〃	100	約400	ブナ (完熟直前)	764	59	2.80	2	16

北海道さけ・ますふ化場研究業績 第278号

Susumu HASHIMOTO-Required oxygen discharge into the fish transport tank for the adult chum salmon.

シングルタイプフロートメーターFT-3/8型により計測し、気圧・水深などによる影響を補正し、全て1気圧下における容積として表示した。

4. 溶存酸素量は、米国イエロースプリング社57型水中スターラ付DOメータ、炭酸ガスは東亜電波HMS-10 APH スタットを用いて、炭酸ソーダの滴定によりそれぞれ測定した。

結 果

酸素の放出量と溶存酸素量との関係

3表は、酸素の放出量と溶存酸素濃度との経時的関係をまとめて示したものである。結果の概要は以下に説明する。

3表 酸素放出量と溶存酸素量の経時的関係

輸送No.	経過時間分註	0	9	13	22	23	37	43	55
1	酸素 ℓ/分	17.7	放出量漸次減少 →			8.6調整6.4	-----	-----	-----
	川水温	15.0℃				5.9 ℓ 4.4	-----	-----	-----
	放出量 ℓ/100kg/分	12.2							
	酸素濃度ppm	14.0	15.8	16.8	20.0	>20.0	>20	19.9	>20
水温 ℃	12.0			12.3		12.6		13.0	
輸送No.	経過時間分註	-9	-6	-3	0	1	12	30	42
2	酸素 ℓ/分	10.2	調整8.6	放出量漸次減少 →			調整7.6		
	川水温	15.0℃				ℓ 6.7			
	放出量 ℓ/100kg/分	10.0	ℓ 7.5						
	酸素濃度ppm	11.4	14.8	16.7		17.2	18.0	>20	>20
水温 ℃	12.0		12.5		12.5	13.0	13.0	13.0	
輸送No.	経過時間分註	-13	-12	-6(積込み)	-3(積込み)	15	20	37	53
3	酸素 ℓ/分		9.7	調整4.7			調整7.0	調整4.5	
	川水温					ℓ 4.0	ℓ 5.9	ℓ 3.8	
	放出量 ℓ/100kg/分		8	減少 →			減少 →	増加 →	増加 →
	酸素濃度ppm	11.2		15.4	14.2	12.9	11.8	16.2	17.8
水温 ℃	11.8		11.9		11.8			12.2	
輸送No.	経過時間分註	-22	0	8	11	16			
4	酸素 ℓ/分		8.6	調整14.7	14.3				
	川水温					3.6			
	放出量 ℓ/100kg/分		2.2	ℓ 3.7					
	酸素濃度ppm	12.3	9.2-9.4	9.0	9.8	10.4			
水温 ℃	11.3				11.7				
二酸化炭素ppm	2.9				26.6				

註 経過時間のマイナス符号は輸送開始までの作業経過を溯って示したものである。

1. 酸素放出量については、表中に示したとおり、輸送中に酸素ポンベの二次側減圧バルブが振動で緩みしばしば放出量が漸減して固定出来なかった。

輸送No 1 では、17.7ℓ/分 (12.2ℓ/100kg/分) から8.6ℓ/分 (5.9ℓ/100kg/分)へ変化した放出量の条件ではあるが、22分後に酸素濃度はメーターフルスケール値の20ppmに達した。また、以後の酸素濃度は、輸送開始23分後に放出量を6.4ℓ/分 (4.4ℓ/100kg/分) まで減じても、20ppmフルスケールを維持した。この20ppmという濃度は、水温により異なるが飽和度にして183%~187%である。このような過飽和な状態の中に、輸送魚は1時間保持される結果となったが、輸送タンクの水温が11.6℃~10.6℃では輸送後の死亡はみられなかった。

サケ親魚の活魚輸送時に必要な酸素放出量について

2. 輸送No 2では、7.5ℓ/100kg/分→6.7ℓ/100kg/分の変化する酸素放出量の状況の中で、輸送経過12分ないし30分の間に、酸素濃度は20ppm フルスケール値を示した。以後移動中は6.7ℓ/100kg/分の放出量でも20ppm フルスケール値を維持した。
3. 輸送No 3では、親魚の積込み前に酸素を放出し、積込時から放出量を減らして酸素濃度の変化の様子を調べたところ、放出量が4.0ℓ/100kg/分では溶存酸素量が漸減し、5.9ℓ/100kg/分では漸増した。なお53分後に放出量を3.8ℓ/100kg/分に再度減じても、移動中酸素濃度は漸増した。
4. 輸送No 4は、多量輸送時における必要酸素放出量を検討したものであるが、2.2ℓ/100kg/分の放出量では酸素濃度は漸減するが、3.7ℓ/100kg/分～3.6ℓ/100kg/分の放出量では漸増した。

論 議

短時間の輸送では、酸素濃度を一定に保つために必要な酸素放出量は4.0ℓ/100kg/分以上5.9ℓ/100kg/分以下の量と思われる（輸送No 3）が、長時間の輸送で魚が落着いた状況では、3.8ℓ/100kg/分の放出量でも20ppm フルスケールを維持出来そうである。

なお、成熟時の酸素消費量は、未熟時にくらべ40%～60%^{註1)}も減少する。したがってこのような親魚の輸送では、高密度に収容し、且つ酸素放出量が3.6ℓ/100kg/分でも酸素濃度が漸増したのであろう。

以上のとおり、成熟度の進んだ親魚では高密度に収容しても、輸送時に必要な酸素放出量は3.6ℓ/100kg/分以下で済みそうである。即ち、輸送実施に際しては、積込み前に短時間酸素を放出し、積込み時に生じる呼吸上の負担を軽減させれば、移動中の酸素放出量は、成熟の進んだ魚で3.6ℓ/100kg/分、銀毛状の未熟な魚で3.8ℓ/100kg/分となり、よりまるめた酸素放出量の目安としては4ℓ/100kg/分ということになる。

なお、酸素放出量については、分散器の表面積即ち本数を増すことにより、放出速度を遅くして水との接触時間を増させると共に、気泡と接触する水槽水に死角の生じることを出来るだけ少なくして拡散効果を高めれば、必要な酸素放出量は、本実験におけるよりもっと抑制することが可能となろう。

二酸化炭素については、高密度に収容した場合、積込み時を含めて僅か38分に10倍も濃度が増加し、長時間の輸送時にその影響は無視出来ないものと思われる。

しかし、このものは瀑気及び通気によりかなり除去されるので、コンプレッサーによる空気通気法及び小型の瀑気塔を用いて瀑気循環させる方法などは、今後の活魚輸送において有効な技術となろう。

脚註1) 1981年9月～10月筆者未発表資料、河口で捕獲された親魚49尾の酸素消費量 $3.43 \pm 1.6 \text{cc/kg/分}$ 、同魚を2週間実験的に蓄養したものの酸素消費量 $2.8 \pm 0.44 \text{cc/kg/分}$ 及び上流で捕獲された成熟時の親魚45尾の酸素消費量 $1.95 \pm 0.6 \text{cc/kg/分}$ の比較による。

脚註2) 註1の実験に用いた3基の瀑気塔による二酸化炭素除去率はそれぞれ4回の測定において $53 \pm 3\%$ 、 $26 \pm 7\%$ 及び $34 \pm 13\%$ であった。

脚註3) 稲垣伝三郎・野村稔、1956. 送気下の活魚輸送に関する2、3の実験。水産増殖、4(1):34-42。