

酸素補給剤の使用効果について

吉 田 俊 一

On the Direction Effort of a Drug for Oxygen Supply

Syunichi YOSHIDA

ま え が き

活魚輸送中鼻上げ症状を呈したときにオキシドールを滴下して酸素補給をすることは、かなりまえからキンギョで行われてきたことであるが、今回海産活魚輸送用添加剤として過酸化水素水を主成分とする酸素補給剤が市販され、その効果試験の依頼があったので実験した。また、性能向上を期待するため他の薬剤との併用試験も実施した。

材料および方法

供試魚種および実験条件等は結果の備考欄に記した。酸素補給剤区には原則として 1,000ppm を添加した。併用薬剤としてPH調節用にトリス・バッファー(以下トリスと略す)を、麻酔剤としてインターミナル・ソーダ(以下インミタルと略す)を用いた。添加量はそれぞれ 500ppmと10ppmである。さらに、トリス添加時には塩酸を加えてPHを8.1に調整した。

容器は使用水量30ℓではスチロール製水槽(30×60×40cm)を、5ℓではガラス製水槽(16×21×24cm)を表面開放の状態で使用したが、酸素封入法との比較試験ではポリエチレン袋を使用し、対照区には充分通気した海水5ℓを入れ空気を追出して、酸素補給剤区では同剤添加海水5ℓを入れて同様に処置し、酸素封入区では海水5ℓと酸素ガス15ℓをそれぞれ封入してゴムバンドで密封した。空気通気区では実験中球型のエアストーンで通気した。酸素通気区は1時間酸素ガスを通気した後、止めてから魚を収容し実験中は通気しなかった。

過酸化水素水添加区は3%の過酸化水素水を1ml/ℓ添加したものである。

水質測定のための採水は1回当たり70ml以下とし、O₂は10mlでWinkler法、Ammonia-Nは10mlでWitting法およびPHとアルカリ度は25mlの試水を供用してガラス電極法によりMOアルカリ度をそれぞれ測定した。塩分による補正をしていないので値は無単位で示し、CO₂の目安とした。

結果および考察

1. 通気法との比較

結果は表1のとおりで、狂奔開始時間および3時間後の生残率では対照区に比較すると効果はあるようであるが、空気通気区では6時間後でも異常はなく、さらに補給剤区は対照区とともに3時間目に通気したところ横転個体は、いずれも回復していることから通気法に比較して著しく劣るといえる。

2. 酸素封入法との比較

結果は表2のとおりで、30分後には補給剤区、対照区ともに横転しているのを認めた。1時間30分後に開封したところ補給剤区では74%、対照区ではすべてが、へい死していた。その後生残魚を流水槽へ移したが、翌日になってもへい死はみられなかった。この実験においても酸素補給剤の使用は無使用のものにくらべて多少良い成績を示すが、酸素封入法にはとても及ばないことが確認された。

3. トリス・バッハーの使用

結果は表3に示すとおりで、いずれの魚種においてもトリス併用区はもっとも良い成績を示すが、この程度の収容密度(20~30g/l)で、5時間以内に横転またはへい死が生ずることから大した効果は期待できない。

4. イソミタール

結果は表4に示した。マアナゴでは6時間目の成績から補給剤区とトリス併用区が最も良く、次いでトリス区、トリス・イソミタール・補給剤区となつて、イソミタール区は対照区よりも悪くなっている。また、イサキでもへい死経過からトリス・イソミタール・補給剤区は補給剤区よりも悪く、イソミタール区は対照区よりも悪くなっている。

へい死開始の水質について検討してみると、O₂において補給剤使用区(表4 A~C)は、マアナゴ、イ

表1 通気法との効果比較

マアナゴ

区 分	経過時間	状 態
酸素補給剤 添 加 区	2.00	狂奔開始。
	2.30	横転開始。
	3.00	へい死2.横転2.この後通気。
	3.30	回復2。(へい死合計2)。
空気通気区	6.00	異常なし
対 照 区	1.20	狂奔開始。
	1.30	横転開始。
	1.40	へい死開始。
	3.00	へい死9.横転2.この後通気
	3.30	回復2。(へい死合計9)。

備考：体重51~84gのもの、各1kg(14~16尾)

供試水量 30ℓ、水温 24.6℃、Cl 17.94‰。

表2 酸素封入法との効果比較

マアナゴ

区 分	狂奔開始時間	1時間30分後の状態
酸素補給剤 添 加 区	0.30	へい死 11.
酸素ガス 封 入 区	—	” 0.
対 照 区	—	” 15.

備考：体重18~27gのもの、各15尾、(312~320g)

供試水量 5ℓ、水温21.2℃、Cl 17.85‰。

表3 トリス・バッハーとの併用効果

魚 種	※ 区分	横転開 始時間	5 時 間 後		備 考
			横 転	へい死	
ク ロ ダ イ	A	2.25	55	0	体重60~94gのもの各10尾。
	B	1.50	4	3	水量30ℓ、水温19.1℃
	C	0.40	—	10	Cl 18.53‰。
ウ マ ズ ラ ハ ギ	A	1.55	7	0	体重20~80gのもの各10尾。
	B	1.00	10	0	水量30ℓ、水温18.8℃。
	C	0.45	10	0	Cl 18.53‰。
イ サ キ	A	1.50	1	6	体重3.4~9.8gのもの各15尾。
	B	1.50	2	8	水量5ℓ、水温18.9℃
	C	0.55	1	14	Cl 18.12‰。

注。区分Aは(酸素補給剤+トリス)区、Bは酸素補給剤区。
Cは対照区を示す。

サキともに9.7ml/l以上であるのに対し、無使用区(D~F)では1.3ml/l以下と明りょうに区分されている。そして補給剤使用区の中でイソミタルを使用した区(A)を他の区と比較し、また、無使用区の中でイソミタル使用区(E)の水質を比較すると、マアナゴ、イサキともにA~Cの中ではAが、D~Fの中ではEがPHが高く、O₂は最も多く、アンモニアおよびCO₂は少なくて魚の生存に良い条件となっている。これらのことからイソミタルの使用は悪い結果をもたらすといえるが、10ppm以下での使用を考える必要がある。この実験でも酸素補給剤の使用はやや好成績をもたらし、トリスと併用することにより今少し生存時間を伸ばしうることがわかった。

表4 トリス・バッハーとイソミタル・ソーダとの併用効果

魚種	※区分	へい死経過					へい死開始時の水質				備考	
		1時間	2	3	4	5	7PH	O ₂ (ml/l)	A-N(mg/l)	CO ₂		
マアナゴ	A				2	5	5	7.5	10.7	0.5	5.5	体重20~27gのもの各10尾。 水量5ℓ, 水温18.6℃ Cℓ18.06‰。
	B					2	3	7.5	10.4	0.8	8.8	
	C				1	2	3	7.2	9.7	0.5	13.3	
	D				3	4	4	7.5	0.9	1.0	9.4	
	E			1	5	8	10	7.5	1.3	0.6	6.9	
	F			1	4	7	9	7.3	1.0	0.6	12.3	
イサキ	A		1	10	—	—	—	7.8	11.2	0.7	5.0	体重3.1~7.2gのもの各15尾。 水量5ℓ, 水温18.2℃ Cℓ18.81‰
	C			8	—	—	—	7.4	11.2	1.1	8.5	
	E		11	15	—	—	—	7.5	1.2	1.0	5.7	
	F		2	15	—	—	—	7.5	1.1	1.0	5.8	

注. 区分Aは(酸素補給剤+トリス・バッハー+イソミタル・ソーダ)区, Bは(酸素補給剤+トリス・バッハー)区, Cは酸素補給剤区, Dはトリス・バッハー区, Eはイソミタル・ソーダ区, Fは対照区。

5. 酸素補給量と利用率

これまでの実験から補給剤使用により幾分の時間延長が期待できるが、O₂が多量にあるにもかかわらず、へい死することが指摘された。そこで補給剤添加にともなうO₂の増加と魚によって利用される効率を知るために実験した。

海水5ℓ中に補給剤を200~1,000ppm添加して添加前後のO₂の差を求めた。この後適宜採水してO₂の変化をみながら20時間後にマアナゴ10尾、約200gずつを入れてO₂の変化と魚の状態をみた。添加前のO₂は5.3ml/l(98%)であった。

補給剤の添加量とO₂増加量は図1に示す直線

となり、100ppm当たり1.2ml/lの増加となった。添加後時間の経過にともない多少減少するが、減少率は20時間で4~8%で、添加量との間に相関はなかった。魚収容後は無添加区では1時間35分ですべての魚が狂奔状態となった。このときO₂は0.9ml/lであった。2時間15分で横転するものがあらわれた。添加区ではいずれも2時間15分で狂奔状態を呈し、O₂は3.8~13.2ml/lで添加量の順に多くなっていた。5時間後のへい死数は3~7尾で添加量との間に相関はみられなかった。生残魚は呼吸数が多くなり、ほとんどのものが横転していた。この後換水することなく通気したが、2時間後にはすべてが回復した。なお、狂奔開始時のO₂を図1に併記したところ、O₂で約4ml/lの低い位置で平行となった。これは魚に利用できるO₂は増加量に関係なく4ml/lであるといえる。この理由として主成分である過酸化水素の分解によ

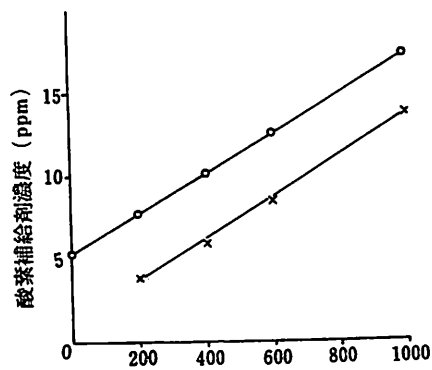


図1 酸素補給剤濃度とO₂量の関係
○実験開始時、×2時間15分後
(狂奔開始時)

表5 酸素補給法別の効果と水質

イサキ

区分	調査項目	0時間	1	2	3	4	5	6
酸素補給剤添加区	へい死数			4	8	8	8	10
	PH	8.0	7.6	7.3	7.2	7.0	7.0	7.0
	O ₂ (mℓ/ℓ)	20.0	16.3	13.9	13.1	12.4	12.0	11.1
	A-N (mg/ℓ)	0.0	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.8
	CO ₂	2.0	5.4	11.6	13.5	21.4	21.7	32.8
過酸化水素水添加区	へい死数			6	9	11	12	12
	PH	8.0	7.4	7.2	7.1	7.0	6.9	6.9
	O ₂ (mℓ/ℓ)	14.5	10.6	8.1	7.2	6.6	6.1	5.4
	A-N (mg/ℓ)	0.0	0.7	1.0	1.1	1.3	1.4	1.7
	CO ₂	2.1	7.8	13.0	16.5	20.9	27.9	26.6
酸素通気区	へい死数							10
	PH	8.0	7.6	7.4	7.2	7.0	6.8	6.8
	O ₂ (mℓ/ℓ)	19.8	18.1	11.0	7.9	4.4	2.1	1.0
	A-N (mg/ℓ)	0.0	0.7	1.1	1.4	1.9	2.3	2.7
	CO ₂	2.0	5.2	7.8	14.1	22.6	34.1	34.2
空気通気区	へい死数							0
	PH	8.0	7.4	7.6	7.5	7.4	4.7	7.5
	O ₂ (mℓ/ℓ)	5.3	5.6	5.5	5.3	5.2	5.2	5.4
	A-N (mg/ℓ)	0.0	0.7	1.1	1.5	2.0	2.4	3.7
	CO ₂	2.2	8.3	5.6	6.7	8.7	9.2	7.5
対照区	へい死数		1	14	14	14	15	—
	PH	8.0	7.5	7.3	7.2	7.2	7.3	—
	O ₂ (mℓ/ℓ)	5.6	1.9	1.4	1.1	1.1	1.1	—
	A-N (mg/ℓ)	0.0	0.6	0.8	0.9	1.0	1.3	—
	CO ₂	2.1	6.9	10.6	13.6	13.4	11.7	—

備考：体重3.5～7.0gのもの各15尾。水量5ℓ。水温19.4℃，
Cℓ 18.61‰。

原因について水質の面から検討してみると次のとおりである。各区におけるへい死開始時，すなわち補給剤区と過酸化水素水区では2時間，酸素通気区では6時間，対照区では1時間の水質を比較してみると，補給剤区と過酸化水素水区ではPHは7.2～7.3であり，酸素通気区の6.8よりも高く，アンモニアやCO₂では酸素通気区の約1/3となっている。さらに補給剤区と過酸化水素水区のへい死開始時とへい死が全くみられない酸素通気区の5時間目との間にも同様のことがいえる。また，対照区でのへい死開始時の水質と比較するとPH，アンモニア，CO₂ともに対照区の方がよい条件となっている。このことから過酸化水素水を添加することにより〔O₂〕がある程度は増加するため多少の時間延長はできる反面，同時に発生した〔O〕の毒作用のために予想された程の効果が期待できないことがわかる。一方，補給剤を使用したときに同様にO₂が100%以上になった酸素通気区では補給された酸素は十分に利用されているといえる。また，空気を通気し続けることは酸素の補給のみならず，アンモニアやCO₂の除去にも効果があるといえる。

要 約

過酸化水素水を主成分とする活魚輸送用酸素補給剤を1,000ppmの濃度で使用したときには，無使用時に比較してやや長時間魚を生かしておけるが，その効果は微弱で従来の通気法や酸素封入法に対比することはできない。この原因としては過酸化水素の分解時に発生する分子状酸

って生ずる酸素は魚に利用できる分子状酸素〔O₂〕と，利用できない発生期の酸素〔O〕があるためで，添加量が多くなると〔O₂〕は多くなるので酸素不足による狂奔開始時間も長くなるのが当然であるが，〔O〕も多くなりこの毒作用が生じて時間延長作用を打ち消すためと考える。

6. 酸素補給法と利用効率

前の実験で補給剤により増加された酸素の利用度は極めて少ないことが確認されたので，他の方法によって酸素が補給された場合の利用状況を調査した。

結果は表5に示した如く，補給剤区ではO₂は10mℓ/ℓ以上，過酸化水素区では5mℓ/ℓ以上でへい死が生じているのに，酸素通気区では1.0mℓ/ℓで，対照区では1.9mℓ/ℓでへい死が生じており，空気通気区では5～6mℓ/ℓの間では6時間経過後もへい死は生じていない。へい死

素により多少の時間延長が認められるが、同時に発生する発生期の酸素の毒作用のため効果はあまり期待できない。PHの低下を防止するためのトリス・バッファーとの併用も大した性能向上は望めない。さらに、麻酔剤としてのイソミタール・ソーダ10ppmとの併用はむしろ性能低下をもたらす。性能向上として考えられるのは過酸化水素から分子状酸素を効率的に発生させることである。さらに研究上からは分子状酸素と発生期の酸素を区分できる方法を検討する必要がある。