Bulletin of Nagasaki Prefectural Institute of Fisheries No. 10 (1984)

人工採苗スズキの鰾異常と脊柱前彎症の関連

林田 豪介・塚島 康生・松清 恵一・北島 力

Relationship between Swim Bladder Uninflation and Lordotic Deformity in Hatchery-reared Japanese Sea Bass, *Lateolabolax japonicus*

Gōsuke HAYASHIDA, Yasuo TSUKASHIMA, Keiichi MATSUKIYO, and Chikara KITAJIMA

長崎県水産試験場島原分場では，1980年にスズキの種苗生産試験を実施したが，生産した稚魚を養成すると一部の個体に脊柱がV字型に屈曲するいわゆる脊柱前彎症[1)]が発生した[*]。そこで，1982年にはその原因を究明するため2，3の実験を行った。その結果，マダイ[3)]と同様有気管時代の仔魚期に水表面での空気呑み込みを阻害されることによって，鰾にガスを保有しない個体（以下鰾閉腔個体[3)]という。）が生じ，それらの鰾閉腔個体の一部が脊柱前彎症になることが明らかとなったので，その概要を報告する。

材料と方法

実験Ⅰ 仔魚の鰾開腔が空気呑み込みによるかどうかを明らかにする目的で，ふ化後4日目から22日目までの18日間，流動パラフィンで水面を覆って空気を遮断した飼育実験を行った。

1982年12月25日，黒色100ℓポリエチレン水槽（以下P.E水槽という。）2面に，ふ化後4日目の前期仔魚約1,500尾ずつ収容し，一方には約6mmの厚さの流動パラフィンで水面を覆った。他の水槽は対照区として通常の飼育を行った。両区共12月26日から海産クロレラ・油脂酵母併用培養のシオミズツボワムシ（以下ワムシという。以後各実験とも同じワムシを用いた。）を給餌し，30～50mℓ/分の通気と50mℓ/分の注水を行い，ウォーターバスで16℃に加温した。

実験期間中，2日毎に両区から20～30尾を抽出し，万能投影機下で全長測定後，鰾中のガスの有無を調べた。

実験Ⅱ 通気量の強弱が鰾の開腔率に及ぼす影響を調べるため，12月25日に500ℓ P・E水槽3面にふ化後4日目の前期仔魚約9,000尾ずつを収容し，通気量を1区50～100mℓ/分，2区200mℓ/分，3区500mℓ/分にし，各1個の円柱型エアーストーン（直径2cm，長さ5cm）により通気を行った。各区とも50mℓ/分の注水を行い，500Wパネルヒーターで16℃に加温した。12月26日からワムシを給餌して1月12日（ふ化後22日）まで飼育した。飼育期間中の標本抽出，測定等は実験Ⅰと同様に行った。

実験Ⅲ 鰾の開腔率と脊柱前彎症発現率の関連を明らかにするため，開腔率の異なる2群（A，B区）をふ化後273日間養成して，前彎症の発現率を比較した。A区は，実験Ⅱの2区と3区を合わせた群（6,800尾）を3月15日（ふ化後85日）まで1kℓ水槽で飼育したものから500尾を抽出した（鰾開腔率35%）。B区は対照区として，15kℓ円型キャンバス水槽で通常の方法[4)]で種苗生産中のものから500尾を抽出した（鰾開腔率97.5%）。両区を3月16日に当水試増養殖研究所に輸送し，5月24日まで1kℓ P・E水槽で主に*Tigriopus japonicus*を給餌して，その後は同研究所地先海面の2×2×2mの網生簀で10月1日まで飼育した。この間計10回，各回20～40尾を抽出し，全長測定後軟X線写真により鰾開腔率と脊柱前彎症の発現率を調べた。

結　　果

仔魚の空気呑み込みと鰾の開腔 実験Ⅰの結果は表1に示したように，対照区はふ化後10日目（全長5.5mm）から鰾の開腔が認められ，12日目（6.27mm）

＊当水試増養殖研究所で，1972年に生産したスズキ人工種苗養成魚にも高率に発生した[2)]。

表1．水面を流動パラフィン層で覆った区と対照区の鰾開腔率の比較（実験Ⅰ）

Table 1. Comparison of incidence of swim bladder inflation between the larval japanese sea bass reared in the tank sealed with a layer of liquid paraffin and the open tank (Exp. Ⅰ)

Date (Days after hatching)	Sealed tank			Open tank		
	N	TL (mm)	Incidence (%)	N	TL (mm)	Incidence (%)
Dec. 25(4)	22	5.15±0.13	0	22	5.15±0.13	0
27(6)	9	5.03±0.24	0	20	5.20±0.09	0
29(8)	12	5.45±0.26	0	22	5.44±0.20	0
31(10)	30	5.81±0.20	0	13	5.52±0.18	23.0
Jan. 2(12)	30	6.24±0.21	0	16	6.27±0.39	56.3
4(14)	30	6.65±0.20	0	20	6.75±0.43	50.0
6(16)	30	6.83±0.37	0	30	6.97±0.38	60.0
8(18)	30	7.13±0.28	0	30	7.54±0.37	90.0
10(20)	9	7.59±0.25	0	24	8.09±0.59	83.3
12(22)	31	7.70±0.38	0	30	8.08±0.46	86.7

には約半数が，18日目（7.5mm）には90％前後が開腔した。それに対してパラフィン重層区では実験終了まで鰾開腔個体は1尾も認められなかった。この区の仔魚はふ化後12日から16日（全長6.2～6.8mm）にかけて，水面のパラフィン層直下に集まり，パラフィンをつつく行動が観察された。これらの仔魚の消化管にはパラフィンの小球が多数認められ，さらに一部の個体ではガスを貯留しない鰾腔内にパラフィンと思われる小油球がみられた。

通気量と鰾の開腔率　実験Ⅱの結果を表2および図1に示した。各区とも鰾の開腔はふ化後10日目から始まり，1区（通気量100mℓ/分）では12日目以降，開腔率が50％に達したが，2区（200mℓ/分）は10％前後，3区（500mℓ/分）では数％と，通気量が多い程開腔率が低かった。

表2．通気量の差異による鰾開腔率の比較（実験Ⅱ）

Table 2. Comparison of incidence of swim bladder inflation in the larval japanese sea bass reared with different aeration rates (Exp. Ⅱ)

Date (Days after hatching)	100ml/min			200ml/min			500ml/min		
	N	TL (mm)	Incidence (%)	N	TL (mm)	Incidence (%)	N	TL (mm)	Incidence (%)
Dec. 25(4)	22	5.15±0.13	0	22	5.15±0.13	0	22	5.15±0.13	0
27(6)	18	5.18±0.24	0	20	5.15±0.20	0	14	5.24±0.18	0
29(8)	30	5.50±0.20	0	30	5.49±0.20	0	30	5.52±0.20	0
31(10)	31	5.88±0.23	22.6	30	5.84±0.18	10.0	30	5.73±0.25	6.7
Jan. 2(12)	31	6.21±0.31	45.2	29	6.39±0.22	6.9	31	6.23±0.26	3.2
4(14)	30	6.83±0.40	63.3	28	6.75±0.28	28.6	30	6.54±0.29	0
6(16)	30	7.36±0.42	43.3	30	7.28±0.39	3.3	30	7.08±0.37	6.7
8(18)	30	7.29±0.49	40.0	30	7.58±0.37	15.0	30	7.16±0.58	0
10(20)	30	8.04±0.42	53.3	25	7.84±0.46	0	20	7.63±0.38	0
12(22)	25	8.20±0.51	40.0	30	8.07±0.50	3.3	30	7.97±0.47	10.0

なお1区は，当初の通気量を50mℓ/分としたが対流不足により水槽底で静止して，へい死する個体が多くみられた[4]ので，12月31日（ふ化後10日）以降100mℓ/分に増量した結果，へい死個体は減少した。

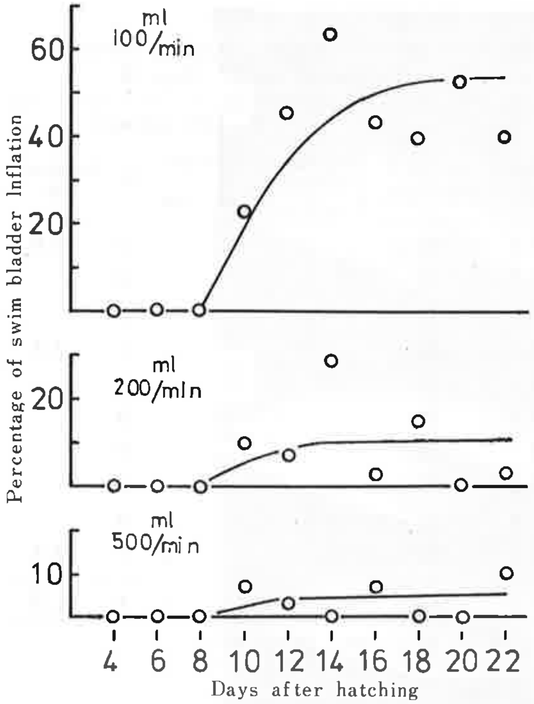

図1．通気量の差異による鰾開腔率の比較（実験Ⅱ）.

Fig. 1. Comparison of incidence of swim bladder inflation among the larval japanese sea bass reared with different aeration rate (Exp. Ⅱ).

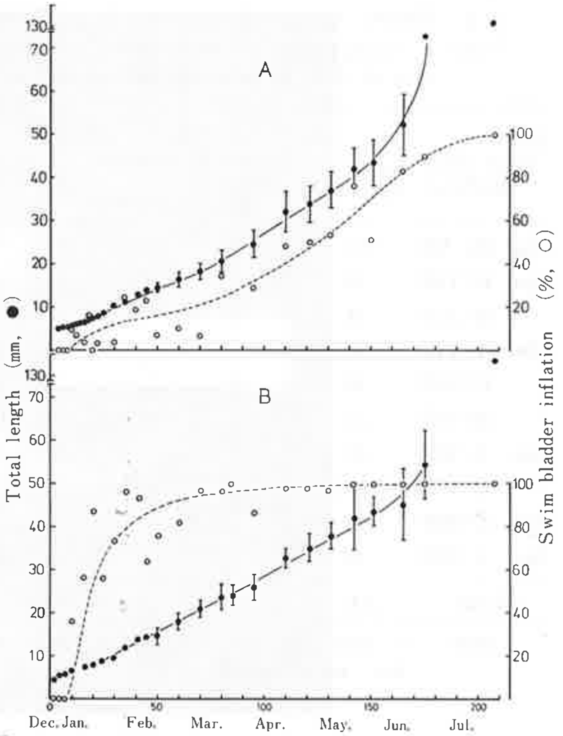

図2．A・B両区の成長に伴う鰾開腔率の比較（実験Ⅲ）.

Fig. 2. Comparison of incidence of swim bladder inflation and growth between A and B group of Exp. Ⅲ.
The mark of ⫯ shows mean ± SD.

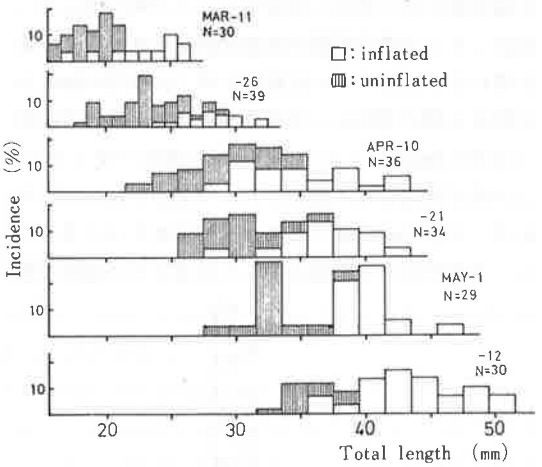

図3．A区の鰾の閉・開腔個体別の全長組成の推移（実験Ⅲ）.

Fig. 3. Frequency distribution of total length of the individuals with inflated and uninflated swim bladder with growth in A group of Exp. Ⅲ.

鰾開腔率と脊柱前彎症との関連　実験Ⅲの結果を図2に示した。

A区の鰾開腔率は，成長とともに漸増したが，ふ化後160日全長50mmの時点でも80％前後に留った。それに対してB区の鰾開腔率は，ふ化後70日全長20mmで既にほぼ100％に達した。

なお鰾開腔率が低いA区の全長20～50mmにおける鰾閉腔個体と開腔個体の全長組成をみると図3に示したように，鰾閉腔個体は小型群に偏っており成長するにしたがいその傾向は顕著になった。

一方，脊柱前彎症は例外なく鰾閉腔個体に出現した。したがって表3に示したように，鰾開腔率の低いA区は，脊柱前彎症出現率が7.2％であったのに対して，B区では僅か1.3％であった。

脊柱前彎症は全長25mm位からみられ始め，40～50mmでの出現率が高く，その後やゝ減少傾向が認められる。しかし屈曲の程度は成長とともに次第に増大した。

表3．仔魚期に通気量を変えたA区とB区の脊柱前彎症の出現頻度の比較（実験Ⅲ）

Table 3. Comparison of incidence of lordotic deformity detween groups reared at aeration rate of 200 ml/min (A) and of 100 ml/min (B) in the larval stage. (Exp. Ⅲ)

Date (Days after hatching)	A (200 ml/min)								B (100 ml/min)							
	No. of Specimen	Degree of skeletal curvature ±	+	++	+++	++++	N	Incidence %	No. of Specimen	Degree of skeletal curvature ±	+	++	+++	++++	N	Incidence %
Mar. 26(95)	41		3				3	7.3	29		2				2	6.9
Apr. 10(110)	35	2					2	5.7	33						0	
21(121)	34		3	1			4	11.8	36						0	
May 1 (131)	30	1					1	3.3	30		1				1	3.3
12(142)	30		2				2	6.7	31						0	
22(152)	31	3	2				5	16.1	31						0	
Jun. 4 (165)	30						0	0	30						0	
24(175)	30		1				1	3.3	36						0	
Jul. 27(208)	20			1			1	5.0	20						0	
Oct. 1 (273)	39				1	3	4	10.3	37					1	1	2.7
Total	320	6	11	2	1	3	23	7.2	313		3			1	4	1.3

Note　±, less than 5°;　+, 5° to 10°;　++, 10° to 20°;　+++, 20° to 40°;
++++, more than 40°

考　　察

スズキの人工種苗に発生する脊柱前彎症は，前述したように鰾にガスを保有しない閉腔個体に出現する。また鰾の閉腔は仔魚後期に水面での空気呑み込みを阻害された個体に生起することが明らかになった。これら一連の現象や因果関係はマダイ[3]と酷似している。すなわちふ化後10日頃（全長約5.5mm）から始まる鰾の開腔は，正常な場合はふ化後18日前後（全長7.5mm内外）までに大多数の個体で完了する。この間が有気管期と推測され，空気呑み込みが行われる。全長7mm前後で気管が退行消失すると考えられ，有気管期に空気呑み込みを阻害された個体は鰾腔にガスを保有しないまま成長する。この間，鰾のガス交換能の発達により，鰾内ガスを産生貯留する個体が徐々に出現するため，鰾の開腔率は成長とともに漸増するが，開腔の遅れた個体の一部が脊柱前彎症になるものと考えられる。その原因もマダイ同様，閉腔個体の比重が相対的に大きいので，浮力を得るため体軸を斜上方に向けて遊泳することによる体軸の歪みの補償的作用として生起するものと推測される。

なお，本研究でのスズキの脊椎骨数は35～37（大半は36）で，椎骨No.17までが腹椎である。脊柱屈曲は図4に示したように椎骨No.20を中心として尾椎に多く発生する。脊柱前彎症の写真を図5に示した。

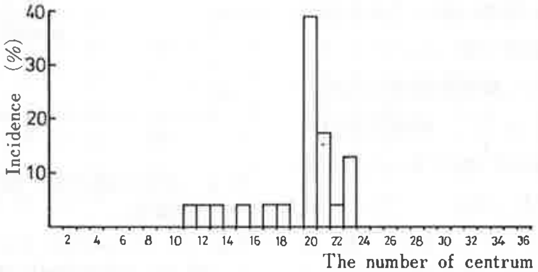

図4．脊柱前彎部（屈曲部）の椎体番号と出現頻度．

Fig. 4. Frequency distribution of deformed centrum in the lordtic individual of young japanese sea bass.

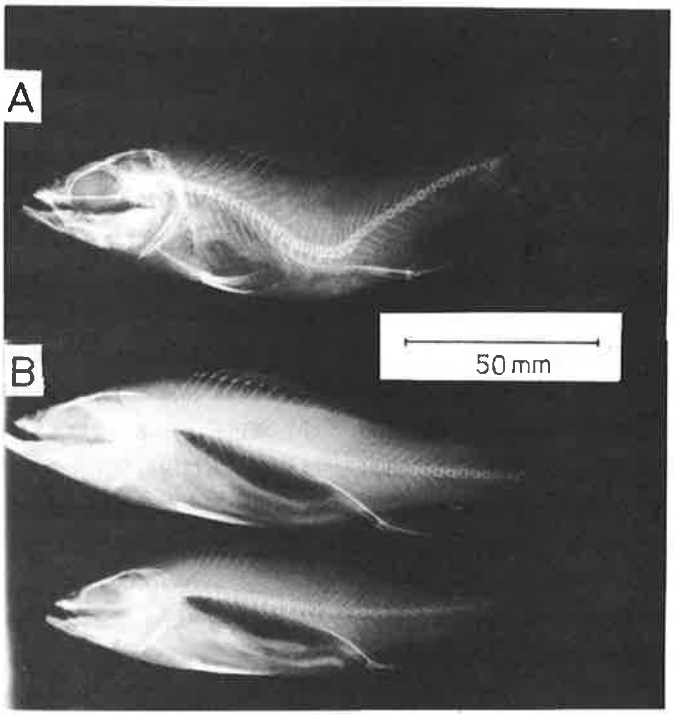

図５．人工採苗スズキの脊柱前彎症（Ａ：前彎個体，Ｂ：正常個体）．
Fig. 5. X-ray photographs of the lordotic (A) and the normal individuals (B) of hatchery-reared young japanese sea bass.

現在までに鰾の異常と脊柱前彎症が観察された魚種は，マダイ *Pagrus major*,[1] クロダイ *Acanthopagrus schlegeli*,[5] およびヘダイの一種 *Sparus aurata*[6] のタイ科の３種であるが，今回スズキでも認められたことから，今後多くの魚種でも同様の現象がみられる可能性がある。これを防除するには，実験Ⅱで明らかなように，有気管期の飼育時の通気を可及的に弱くして，水流による空気呑み込み行動の阻害を防ぐこと，およびマダイで明らかにされているように初期餌料のワムシの栄養価，とくに必須脂肪酸であるω３高度不飽和脂肪酸含量[7] に留意して，空気呑み込み行動が十分可能なスタミナを有する仔魚を飼育することが肝要と考えられる。

Abstract

The lordotic deformity was observed in young hatchery-reared japanese sea bass with uninflated swim bladder, which had been already found in some sparid fishes.

Rearing experiments were conducted to determine whether the abnormally developed swim bladders were due to failure in gulping air at the water surface. One tank was sealed with a layer of liquid paraffin and the other with open surface as a control. Over 90 % of the larvae had normal swim bladders at around 10 th day after initial feeding (5.5 mm in total length) in the control, whereas none was inflated in the sealed tank. Furthermore, it was found that the group reared under low aeration rate (100 ml/min) is superior to one reared under high rate (500 ml/min) in the incidence of swim bladder inflation at the post-larval stage.

Thus, it has been shown that gulping air at the water surface is essential for the initial swim

bladder inflation and the swift current for extreme aeration prevents the swim bladder inflation, and that the uninflation is closely related to the development of lordotic deformity in the same manner as red sea bream.

文　　献

1) 北島力・岩本浩・藤田矢郎　1977：人工採苗マダイによる鰾の未発達と脊柱屈曲の関係，長崎水試研報，3，23－32.

2) 山下金義　1972，私信による.

3) 北島力・塚島康生・藤田矢郎・渡辺武・米康夫　1981：マダイ仔魚の空気呑み込みと鰾の開腔および脊柱前彎症との関連，日水誌，47(10)，1289－1294.

4) 林田豪介・松清恵一　1983：スズキ種苗生産試験，長崎水試事報，58，239－242.

5) 北島力　1979：クロダイ人工種苗の鰾の異常および脊柱屈曲症について，長崎水試研報，5，27－32.

6) Paperna, I.　1978：Swim bladder and skeletal deformations in hatchery bred *Sparus aurata*. *J. Fish Biol.*, 12, 109－114.

7) 渡辺武　1978：養魚と飼料脂質，脂質からみた仔魚用生物餌料の栄養価，日本水産学会編，恒星社厚生閣，東京，93－111.