

人工孵化クエ稚魚の環境ストレス耐性について

岡田貴彦・米島久司・向井良夫・澤田好史

Tolerance Limits of Young Kelp Grouper *Epinephelus moara* for Environmental Stresses.

Tokihiko OKADA*, Hisashi YONESHIMA*, Yoshio MUKAI*,
and Yoshifumi SAWADA*

We examined tolerance limits of young kelp grouper *Epinephelus moara* for high and low temperatures, low dissolved oxygen contents and low specific gravities of rearing seawater. The grouper showed more eurythermal character than other cultured marine fish. The lowest and highest temperature limits inducing death were respectively found at 5.4 ± 0.64 and $36.9 \pm 0.10^\circ\text{C}$. Moreover, a dissolved oxygen content to induce death and the time duration of still death in fresh water were $0.47 \pm 0.05\text{mg/l}$ and 5.3 ± 0.8 hours respectively. Judging from the results, the grouper may be a more suitable species for mariculture, as for the tolerance limits, than tiger puffer *Takifugu rubripes*, red sea bream *Pagrus major*, Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*, yellowtail *Seriola quinqueradiata* and Japanese striped knifejaw *Oplegnathus fasciatus*.

Key words : kelp grouper, stress resistance, water temperature, dissolved oxygen contents, specific gravity

本学水産研究所大島分室では1988年に、以前より新しい養殖対象魚種として着目していた、クエの人工受精およびふ化に成功した¹⁾。しかし、現在においてもクエ人工種苗の量産や本格的な養殖はなされておらず、それらに関する知見もほとんどみあたらない。養殖対象魚としての適応性を判断するには市場性と共に環境ストレス耐性が重要なファクターの一つである²⁾。そこで、本研究ではクエの養殖魚としての適正を明らかにする目的で、高水温、低水温、低溶存酸素 (DO) および低海水比重に対する耐性について試験した。

材料および方法

串本町大島沿岸で延縄漁法によって採捕し、大島分室で養成していたクエ親魚22尾から雄および雌をそれぞれ3および5尾取り上げてハクレン脳下垂体およびゴナトロピンをそれぞれ1尾当たり60mgおよび5,000I.Uを筋肉注射した後、コンクリート製20t水槽に収容した。処理48時間後に著しく腹部が膨張した雌雄1尾ずつから、搾出法によって人工授精し210,000粒の受精卵を得た。ふ化後109

* 白浜実験場大島分室 (Fisheries Laboratory, Kinki University, Oshima, Kushimoto, Wakayama 649-36, Japan)

日間飼育した平均全長7.58cmのクエ稚魚を、無作為に3尾ずつ取り上げて各耐性試験に供試した(Table 1)。全ての試験は調温装置を備えたウォーターバスに、60ℓ容アクリル水槽を設置して行った。

高水温耐性試験では1時間に1℃の上昇速度とし、水温を開始時19.4℃から17時間30分かけて

Table 1. Detail of kelp grouper and other fish used for tolerance tests.

Species	High Temperature Exp.		Low Temperature Exp.		Low Dissolved Oxygen Exp.		Low Specific gravity Exp.		
	n	Days* ¹	T.L.(cm)	Days	T.L.(cm)	Days	T.L.(cm)	Days	T.L.(cm)
<i>Epinephelus moara</i>	3	109	7.58±0.42	109	7.88±0.32	109	7.70±0.66	109	7.66±0.61
<i>Pagrus major</i> * ²	3	250	19.2±1.31	250	19.6±1.97	250	14.7±0.62	250	14.2±0.93
<i>Pagrus major</i> * ³	2				11.85		13.55		
<i>Takifugu rubripes</i> * ³	2		12.83		12.2		12.65		
<i>Palalichthys olivaceus</i> * ³	2		23.65		21.5		23.4		
<i>Palalichthys olivaceus</i> * ⁴	4	162	13.3±0.36	170	15.4±0.21	170	15.7±0.49	159	13.3±0.27
<i>Seriola quinqueradiata</i> * ³	2				26.5		26.15		
<i>Oplegnathus fasciatus</i> * ³	2				8.35		9.95		
<i>Oplegnathus punctatus</i> * ³	2				8.15		9.1		
<i>Acanthopagrus schlegeli</i> * ³	2								

*¹ Days after hatching.

*² Kaida (1988)

*³ Tanada (1980)

*⁴ Toyooka (1979)

37.0℃まで上昇させた。低水温耐性試験では1時間に1℃の低下速度とし、水温を開始時19.2℃から14時間かけて5.0℃にまで低下させた。水槽内の海水の攪拌およびDOの維持のためのエアレーションを行った。試験開始時より15分毎に水温を、3-4時間毎にpH、DOおよび海水比重を測定した。また、供試魚の鰓蓋運動についても併せて測定した。

低DO耐性試験は止水式で行い、同一水槽内に供試魚と共に5尾のカサゴを収容し、DOを消費させた。DOは開始時4.58mg/ℓから19時間46分経過した終了時には0.29mg/ℓにまで低下した。試験開始時より15分毎にDOを、1時間毎に水温(19.1~18.4℃)を、4時間毎にpHおよび海水比重を測定した。また、供試魚の鰓蓋運動についても併せて測定した。

低海水比重耐性試験ではチオ硫酸ナトリウムで脱塩素した水道水を試験水槽に注入し、徐々に比重を低下させた。試験開始時より15分毎に海水比重を、1時間毎に水温(19.6~20.2℃)を、4時間毎にpHおよびDOを測定した。試験開始時において1.0229であった比重は、5時間後には1.000まで低下したが、11時間後に供試魚が全て斃死するまで試験を継続した。また供試魚の鰓蓋運動についても併せて測定した。

結果および考察

水温、DOおよび海水比重に対する耐性試験の結果と測定した鰓蓋運動数の推移をFig.1-4に示した。なお、Table 2には比較のためにクエ稚魚で得られた結果と共に、他の養殖魚種における耐性試験結果を示した。

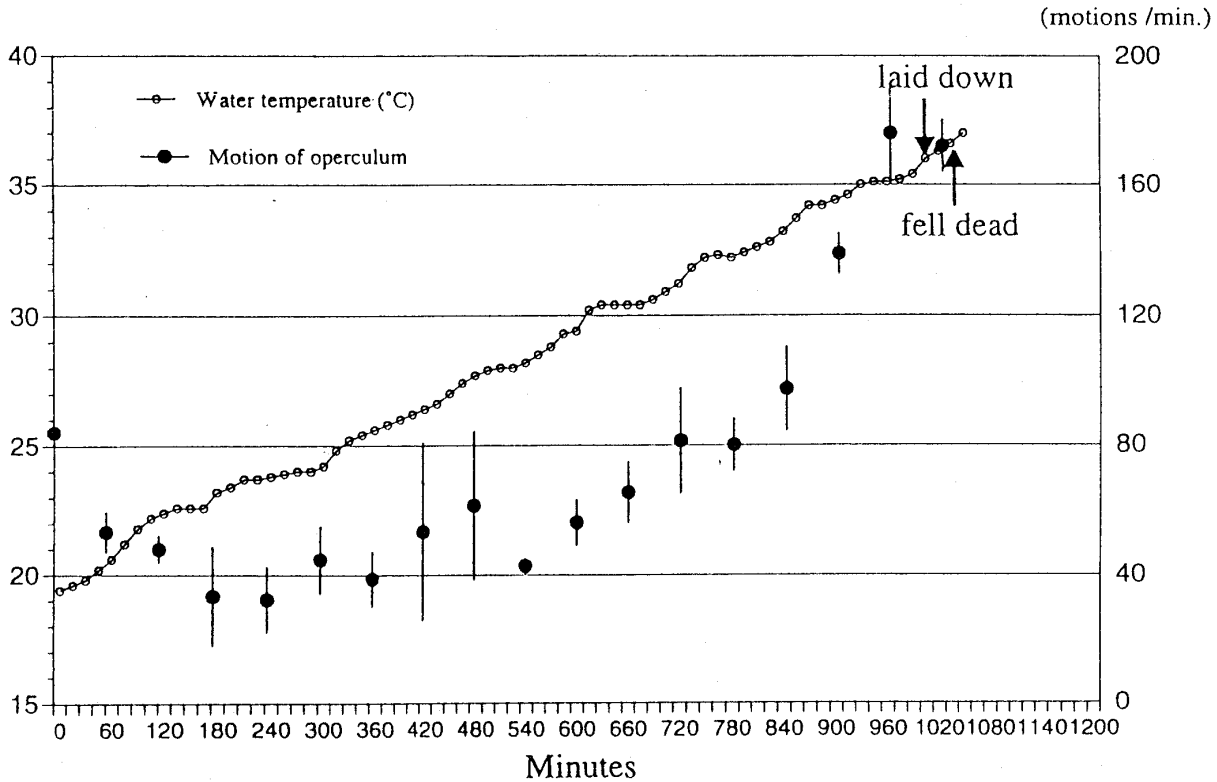


Fig. 1. Tolerance limit of kelp grouper (*Epinephelus moara*) for high temperature. Temperatures are also shown at which the first experimental fish laid down and fell dead.

高水温耐性試験時のクエ稚魚の状態を観察したところ、水温の上昇に伴って鰓蓋運動数は増加する傾向にあった (Fig. 1)。水温が31.2°Cで供試魚は活発に遊泳し、35.0°Cになると全供試魚が鼻上げした。35.4°Cより狂奔する個体が認められ、36.3-36.6°Cの間で3尾が横転した後、36.8°Cで1尾がさらに37.0°Cで2尾が斃死した。低水温耐性試験時の鰓蓋運動数は、水温の低下と共に減少した (Fig. 2)。供試魚の状態には高水温耐性試験時にみられた鼻上げや狂奔は認められなかったが、水温9.1°Cより横転する個体が認められ7.6°Cで全てが横転した。6.2°Cで1尾の鰓の痙攣が始まり6.1°Cで斃死し、5.0°Cで残りの2尾が痙攣・斃死した。トラフグ *Takifugu rubripes*、ヒラメ *Paralichthys olivaceus*、マダイ *Pagrus major* などに対する高水温ストレス応答として鰓蓋運動数の増加がみられ、逆に低水温下では運動数の減少が認められる³⁻⁵⁾。クエ稚魚でもこれらの魚種に類似する結果が得られた。変温動物である魚類では飼育水温が高くなると酸素消費量が増加するのに対して、血液の酸素取り込み量が減少することから、酸素供給を鰓換水量を増加させることによって補う⁶⁾。鰓換水量を増大させるには呼吸頻度あるいは呼吸振幅を増加させる必要がある⁷⁾、クエは前者に属すると考えられる。致死温度は試験開始前の馴化水温の違いによって変化する。低および高水温で馴化した場合は、致死温度の下限および上限がそれぞれ低下および上昇する⁶⁾。本試験から馴化水温19.4°Cにおけるクエ稚魚の致死上限温度は36.9±0.1°Cであり、馴化水温19.2°Cにおける致死下限温度は5.4±0.6°Cであった (Table 2)。他魚種での試験の馴化水温と若干の違いが認められるが、トラフグ、ヒラメ、マダイ、ブリ *Seriola quinqueradiata*⁶⁾ に比較して、クエ稚魚の水温耐性は比較的広いといえる。

DO耐性試験時におけるクエ稚魚の状態を観察したところ、鰓蓋運動数はDOが1.5mg/lまで低下した時点で著しく増加した (Fig. 3)。本方法ではDOを6.8mg/lから0.8mg/lに低下させるのに約

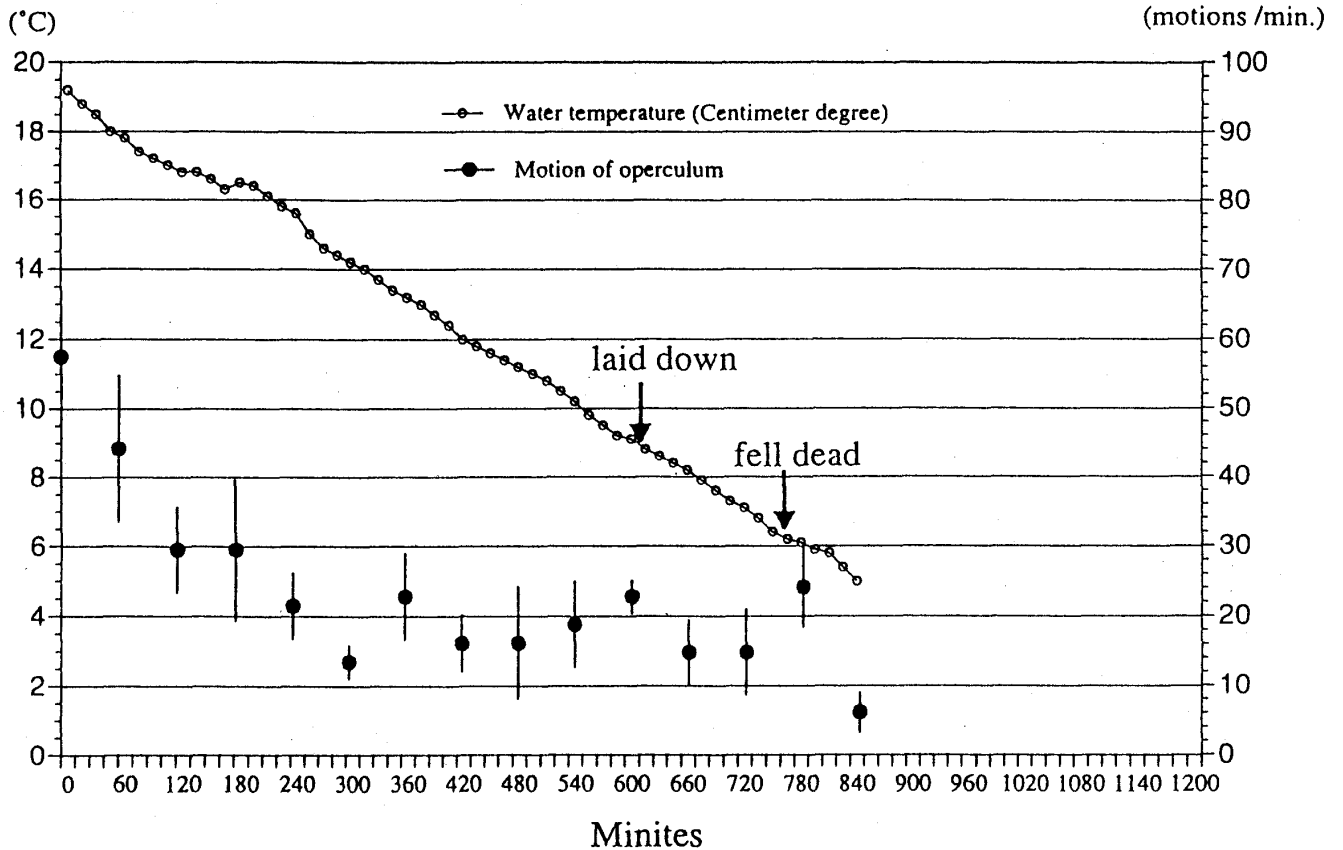


Fig. 2. Tolerance limit of kelp grouper (*Epinephelus moara*) for low temperature. Temperatures are also shown at which the first experimental fish laid down and fell dead.

10時間を要したが、それ以降は0.4mg/lにまで低下させるのにさらに10時間が必要であった。クエ稚魚は0.47mg/lになると鼻上げを開始し、その30~45分後にDOが0.49mg/lになった時点で全てが横転した。試験開始19時間6分後に1尾が斃死し、その時のDOは0.43mg/lであった。また、その12分後および40分後に1尾ずつ斃死し、その時のDOは0.50mg/lおよび0.41mg/lであった。クエ稚魚の低DOに対する耐性は、マダイ、ブリ、イシダイ *Oplegnathus fasciatus*、イシガキダイ *Oplegnathus punctatus*などに比較して、著しく高いことが示された (Table 2)。

低海水比重耐性試験時における海水比重の変化をみると (Fig. 4)、試験開始時の1.023より1.000に低下させるのに5時間を要したが、それ以降は試験終了時の11時間後まで0.998のほぼ一定の比重を維持した。飼育水の比重が1.000付近に達した試験開始5時間20分後に供試魚全てが鼻上げし、比重が0.998に達した試験開始9時間、9時間18分および11時間30分後にそれぞれ1尾が横転し、いずれもその後1時間以内に斃死した。以上の結果からクエ稚魚は飼育水の比重が1.000以下に低下して4時間18分経過するまで全て生存し得ることが示された。広塩性魚類のヒラメおよびクロダイ *Acanthopagrus schlegelii*⁸⁾は淡水中でそれぞれ19.0±3.5および74.3±17.1時間生存する。また、マダイ⁸⁻⁹⁾では2.2±0.1および2.6±0.2時間生存することが報告されている (Table 2)。本結果およびこれらの報告から、クエ稚魚は広塩性魚類には分類できないが、比較的高い低海水比重耐性を持つと理解できる。以上の本研究結果から、クエ稚魚は他の主要養殖魚種に比べて、水温、DOおよび飼育水比重などに対する環境ストレス耐性の高いことが示された。魚類養殖業は魚価の低迷、人件費・

Table 2. Tolerance limits of kelp grouper and other fish for water temperatures, dissolved oxygen contents, and specific gravities.

Species* ¹	n	High temperature(°C)		Low temperature(°C)		Low dissolved oxygen (mg/l)		Low specific gravity(hours)* ²				
		Start	Lay down	Fall dead	Start	Lay down	Fall dead	Lay down	Fall dead			
<i>Epinephelus moara</i>	3	19.4	36.4±0.17	36.9±0.10	19.2	8.3±0.75	5.4±0.64	6.83	0.48±0.02	0.47±0.05	5.2±1.4	5.3±0.8
<i>Pagrus major</i>	3	15.4	31.1±0.66	31.4±0.47	15.4	7.2±0.46	5.0±0.15	5.3	0.6±0.0	0.6±0.0		
<i>Pagrus major</i>	2				9.4			5.26	1.19	1.15		
<i>Takifugu rubripes</i>	2	28.5	37.4	37.5	27.8	9.4	7.5	5.26	0.91	0.84		
<i>Palatichthys olivaceus</i>	2	28.5	34.2	34.6	27.8	6.7	4.1	5.26	0.73	0.76		
<i>Palatichthys olivaceus</i>	4	29.0		34.7±0.34	27.6	7.6±1.22	2.8±0.7	4.7		0.43±0.04		19.9±3.5
<i>Seriola quinqueradiata</i>	2				27.8	10.8	9.4	5.26	1.56	1.48		
<i>Oplegnathus fasciatus</i>	2				27.8		8.4	5.26		0.99		
<i>Oplegnathus punctatus</i>	2				27.8		8.6	5.26	0.94	0.98		
<i>Acanthopagrus schlegeli</i>	2				27.8		6.6					

*¹ Days after hatching and total length are shown in Tabel 2.*² Defined as the time needed to lay down or die after water specific gravity level reduced to 1.

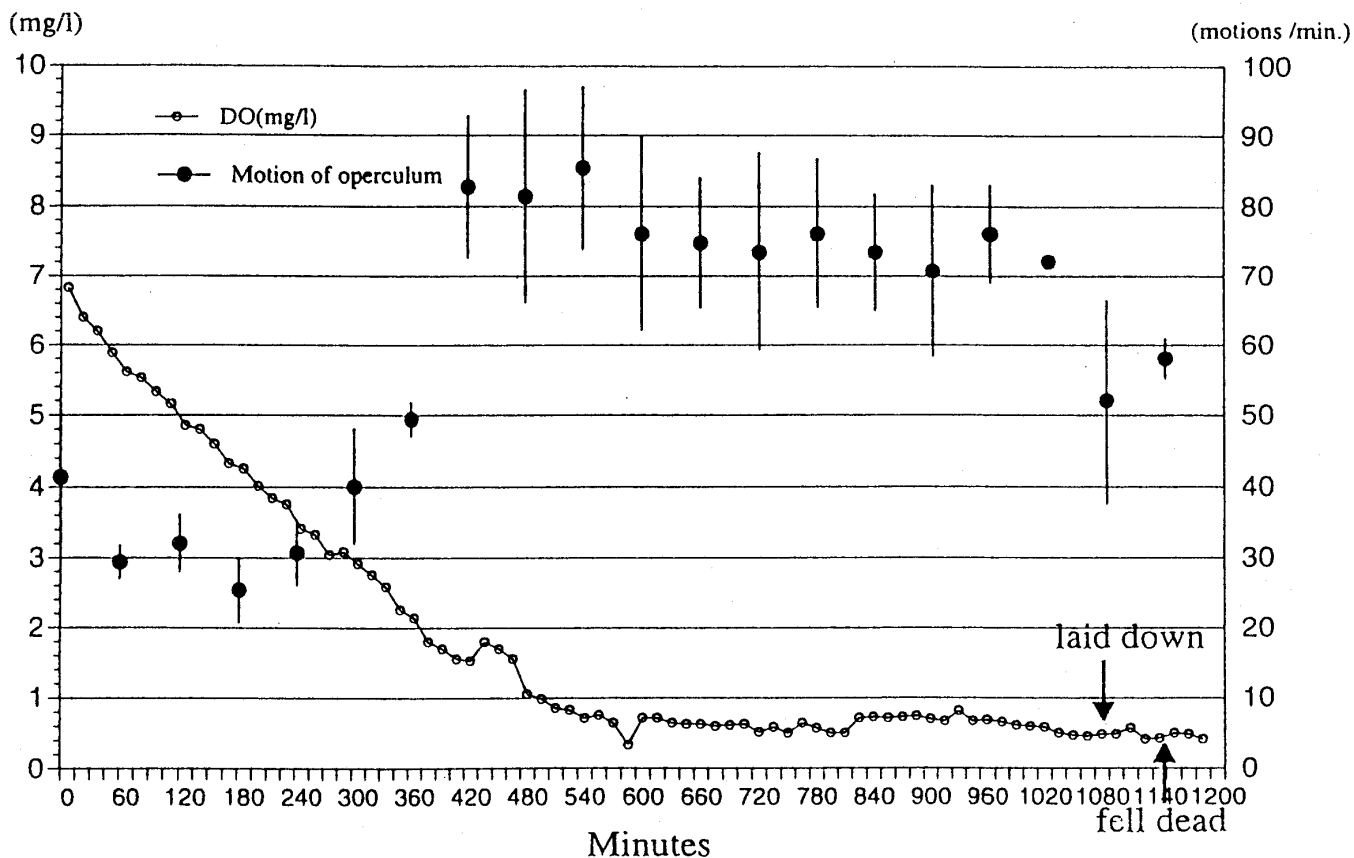


Fig.3. Tolerance limit of kelp grouper (*Epinephelus moara*) for low dissolved oxygen.

Dissolved oxygens are also shown at which the first experimental fish laid down and fell dead.

資材費の高騰，漁場の自家汚染など多くの問題を抱えているが，クエは市場価格が高くしかも養殖漁場の選択範囲が広いことから，将来の新養殖魚として有望な条件を具備していると考えられる。これまで大島分室ではクエを周年飼育しており，水温が18~20℃以下に低下すると摂餌が鈍り成長が望めないが，飼育水温が上昇するのに伴って日間摂餌率，飼料効率，増重率などが向上し，27℃において優れた飼育成績の得られることを確認している¹⁰⁾。これらの点を考慮すると，クエ養殖を行うには水温が20℃以下になる期間が短い海域を選ぶことが望ましい。マハタ*Epinephelus septemfasciatus*では適性養殖密度の低いことが報告されている¹¹⁾。今後はクエの適性養殖密度についても検討し，クエ養殖の発展に向けての基礎的知見の集積が望まれる。

要 約

クエ*Epinephelus moara*の高水温，低水温，低溶存酸素および低海水比重に対する耐性を調べた。クエはトラフグ，マダイ，ヒラメ，ブリよりも広い温度範囲に耐性があった。低溶存酸素に対しては，今まで報告されている魚種のうち最も高い耐性を示した。低海水比重耐性については，広塩性魚類のヒラメ，クロダイに比べると劣るものの，マダイより高い耐性を示した。これらの環境ストレス耐性に関する試験結果から，クエは養殖対象魚種としての適性を備えていると考えられた。

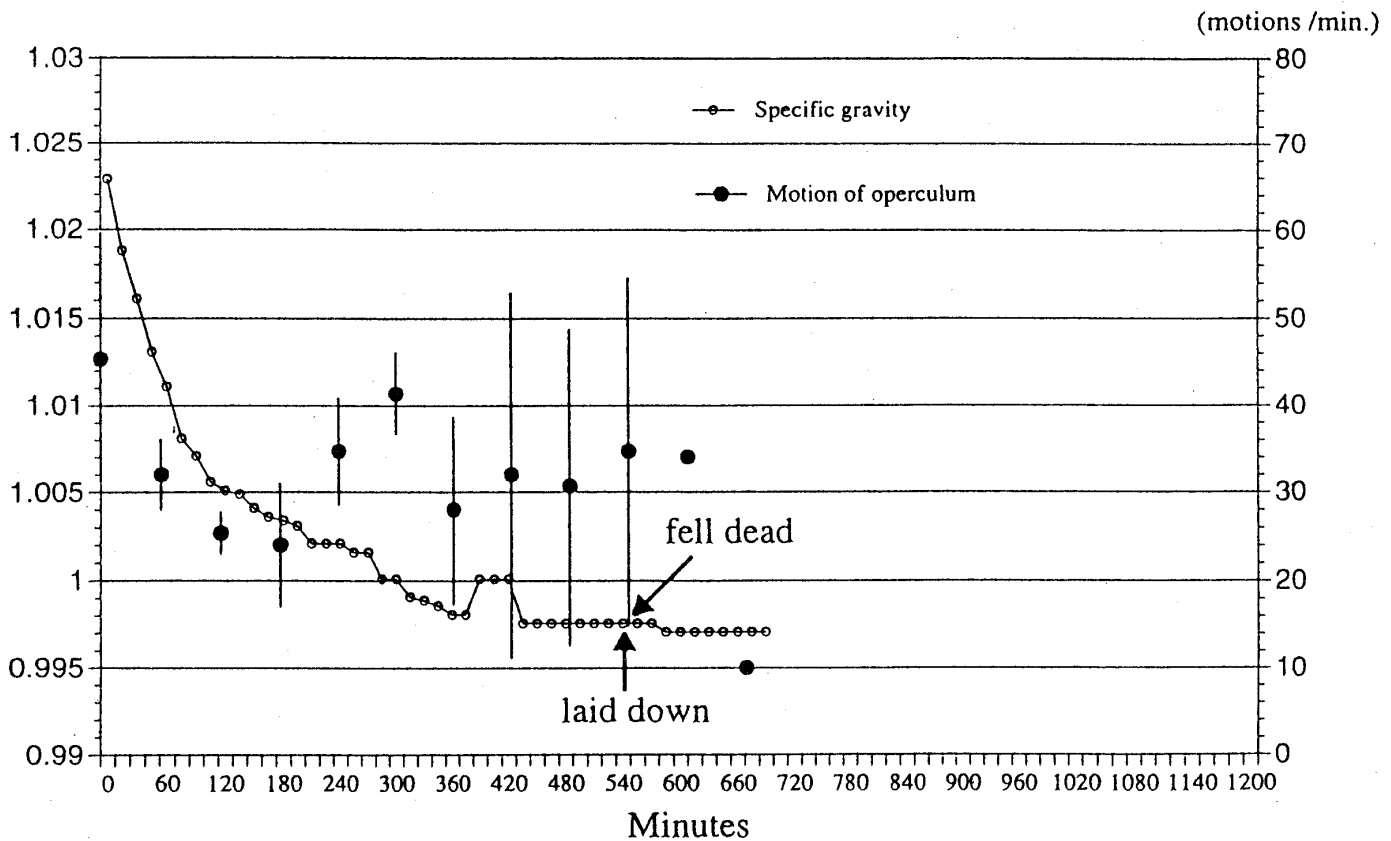


Fig. 4. Tolerance limit of kelp grouper (*Epinephelus moara*) for low specific gravity.

Specific gravities are also shown at which the first experimental fish laid down and fell dead.

謝 辞

本研究を行うにあたり、御協力頂いた水産研究所白浜実験場大島分室の職員の方々ならびに本学農学部水産学科卒業生星野 充氏に深く感謝申し上げます。

文 献

- 1) 星野 充 (1988) : クエの種苗生産について, 近畿大学卒業論文, 奈良, 86pp.
- 2) 社団法人資源協会 : 浅海養殖 大成出版社 東京, 1986, pp.46-47.
- 3) 棚田美幸 (1980) : トラフグの種苗生産と養成に関する研究, 近畿大学卒業論文, 奈良, 149pp.
- 4) 豊岡孝一 (1979) : ヒラメの環境悪化に対する抵抗力試験, 近畿大学卒業論文, 奈良, 78pp.
- 5) 戒田典久 (1988) : 雌性発生2倍体, 3倍体マダイの飼育と環境悪化に対する抵抗力, 近畿大学卒業論文, 奈良, 121pp.
- 6) 板沢靖男 (1991) : 呼吸, 「魚類生理学概論」(田村 保編), 恒星社厚生閣, 東京, pp.66-76.
- 7) 板沢靖男 (1991) : 呼吸, 「魚類生理学概論」(田村 保編), 恒星社厚生閣, 東京, pp.13-20.
- 8) 村田 修 (1994) : 交雑魚マダイ×クロダイの成長, 外部形態および環境ストレス耐性, 水産増殖, **43**, 145-151.
- 9) 村田 修 (1994) : 交雑魚マダイ×ヘダイの成長, 外部形成および環境ストレス耐性, 水産増殖, **43**, 475

-481.

- 10) 末澤和志 (1988) : クエ0歳魚の成長に及ぼす飼育水温の影響. 近畿大学卒業論文, 奈良 43pp.
- 11) 鹿児島県水産試験場 (1994) : 養殖魚種多様化検討調査報告書 [ハタ類養殖試験] (全国かん水養魚協会, 魚類養殖対策調査事業報告書) pp.173-223.