

# 海面生簀を用いたスギの養殖試験 (海面養殖推進総合対策事業)

中村博幸・知名真智子・濱川薫

## 1. 目的

スギは1997年頃から沖縄県内で養殖されるようになり、2002年には年間の生産量が750 t以上にまで達している。しかしここ数年は、類結節症による魚病被害の拡大や、本土市場での他魚種（カンパチやブリ）との競合により、生産量は減少傾向にある。このような厳しい現状の中、スギは依然県内で最も多く養殖されている魚種であり、スギ養殖業者からは餌料効率や生残率等、生産性の向上に向けた取り組みが望まれている。

水産海洋研究センターでは、過去にもスギの養殖試験を行っているが、いずれも漁業者へ管理を依頼した試験であり、詳細な観察記録が抜けている事も少なくなかった。そのため、2004度に糸満地先に整備された水産海洋研究センター所有の海面生簀を用いて、再度スギの養殖試験を実施し、成長、生残率、増肉係数等を調査する目的で養殖試験を行った。

## 2. 材料および方法

### 1) 第Ⅰ期（7月28日～10月24日）

試験は、糸満地先に整備された沖縄県水産海洋研究センター所有の海面生簀（3m×3m×3m）に、平均体重24.7 gのスギを1,000尾収容して、2006年7月28日から開始した。供試魚には、2006年度に沖縄県栽培漁業センターにおいて生産されたスギ稚魚を用いた。

餌料にはA社製の海産魚類用配合飼料を用い、給餌量は飽食量となるように調整した。給餌は週5～6回（1回/日）行い、ハダムシsp.の寄生が観察された際には、2～3分の淡水浴による駆虫を行った。

また、約1ヶ月おきに飼育魚を無作為に30～50尾取り上げ、全長、体重、肥満度の測定を行った。生残率は、斃死魚の取り上げや、淡水浴に併せて不定期に行った生残尾数の計数から算出した。なお、増

肉係数や給餌率などの調査項目は、表1により算出した。

表1・飼育記録の計算式

増肉係数	=	$\frac{F}{(W_1 - W_0) \times \{ (N_1 + N_0) / 2 \}}$
餌料換効率	=	$\frac{1}{\text{増肉係数}} \times 100$
日間給餌率	=	$\frac{F \times 100}{\{ (N_1 + N_0) / 2 \} \times \{ (W_1 + W_0) / 2 \} \times d}$
日間増重率	=	$\frac{100 \times (W_1 - W_0)}{\{ (W_1 + W_0) / 2 \} \times d}$
増肉係数 (Ⅰ期終了時)*	=	$\frac{\text{試験開始時から最終測定日までの総給餌量 (kg)}}{\text{試験開始時から最終測定日までの総増重量 (kg)}}$
		F = 総給餌量 (g)
		W <sub>0</sub> = 開始時の平均体重 (g)
		W <sub>1</sub> = 終了時の平均体重 (g)
		N <sub>0</sub> = 開始時の飼育尾数 (尾)
		N <sub>1</sub> = 終了時の飼育尾数 (尾)
		d = 試験日数 (日)

### 2) 第Ⅱ期（10月24日～継続中）

第Ⅰ期試験の試験魚を、収容密度の違いによる成長、生残率、増肉係数への影響を調査するため、520尾区（1区）と300尾区（2区）の2区に分けて3m×3m×3m生簀に収容した。設置時点の平均体重は約119.4 gで、各区の収容密度は、Ⅰ区が約2.3 k g / m<sup>3</sup>、Ⅱ区が約1.3 k g / m<sup>3</sup>であった。また、300尾区をもう一区用意するため、平均体重約85.8 gのスギを300尾収容した区（3区；約1.0 k g / m<sup>3</sup>）を設置し、合計3区の試験区を設けた。

給餌方法、ハダムシ対策、測定作業は、第Ⅰ期試験と同様とした。しかし、2月から5月にかけて、成長停滞期であることや、試験期間中に類結節症による大量斃死があったことから、1区では4月のみ、2、3区では5月のみ測定作業を行った。

### 3. 結果および考察

#### 1) 第 I 期

平均全長と平均体重の変化を図 1, 2 に示した。また、試験期間中の飼育記録を表 2 に、試験開始から測定日までの累積飼育記録を表 3 に示した。

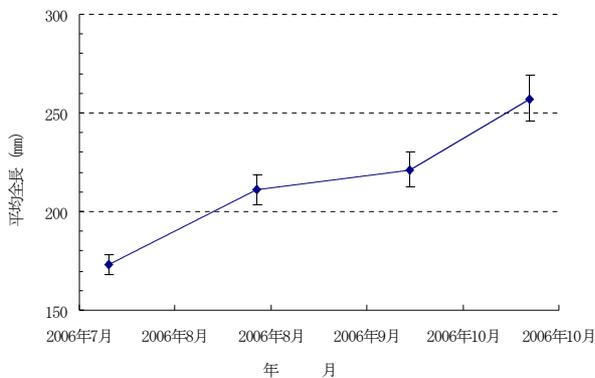


図 1. スギ養殖試験 I 期の平均全長変化

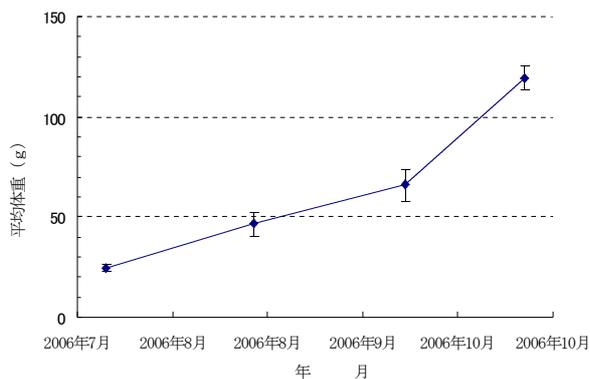


図 2. スギ養殖試験 I 期の平均体重変化

2006年10月24日時点の平均全長は257.1mm, 平

均体重は119.4gであった。次に、試験期間中の日間給餌率は2.33~2.82%で、累積の給餌率は2.1%であった。また、飼育期間別の増肉係数は1.0~2.4、最終測定日の累積増肉係数も1.64と良好な飼育結果となった。しかし、今回の試験では夏場(8月)以降、ハダムシsp.の寄生による眼球白濁や炎症が頻繁に観察され、対策として淡水浴を7~10日に一度という短い間隔で行った。

本試験と、中村ほか(2004, 2005)が行った養殖試験(糸満地先と座間味地先)と比較して、飼育成績は良好な成績であったが、成長は悪い結果となっている。本試験の収容密度は、0.9~3.6kg/m<sup>3</sup>と低く保たれており、成長悪化の原因とは考えられない。また、増肉係数の結果から、給餌方法は適切であったと考えている。しかし、過去の試験や漁業者からの聞き取り(未報告)では、成長の早い養殖場ほど過給餌と思われる給餌を行っている事例がある。そのため今回は、前述のハダムシ症による影響で摂餌量が落ち、最適な給餌率での給餌が行えていなかったことが考えられる。最も高成長が得られる給餌率については、今後も調査する必要がある。また、小川ら(2006)は、台湾のスギ養殖におけるハダムシ症被害について報告しているが、今回の試験期間で観察されたハダムシsp.は、日常のハダムシ寄生の観察から、ヤイトハタよりスギに特異的に寄生する傾向が観られ(未報告)、沖縄県内のスギ養殖でも注意が必要である。

表 2. I 期のスギ養殖試験飼育記録

	2006/7/28	2006/8/28	2006/9/29	2006/10/24
期間試験日数	0	31	32	25
平均全長(mm)	173.3	211.2	221.3	257.1
平均体重(g)	24.7	46.5	66.0	119.4
平均肥満度	8.7	8.9	10.5	11.8
収容尾数	1000	986	900	827
生残率	100%	98.6%	90.0%	82.7%
総重量(kg)	24.7	45.8	59.4	98.7
期間増重量(kg)		21.1	13.6	39.3
期間給餌量(g)		30,885	44,243	46,568
期間餌料転換効率(%)		70.1	41.6	99.0
期間増肉計数		1.43	2.41	1.01
期間日間給餌率(%)		2.82	2.61	2.33
期間日間増重率(%)		1.98	1.08	2.30

生残率を表2に示した。試験期間中に取り上げた斃死尾数は7尾であったが、飼育期間中を通して共食いが観察され、試験終了時の生残率は82.7%であった。大量斃死もなく、比較的良好な生残率を得る

ことが出来たが、体重100g程度に成長しても共食いが起こることがわかり、選別による対策も検討する必要がある。

表3. I期のスギ養殖試験における試験開始時から測定日までの累積飼育記録

	2006/7/28	2006/8/28	2006/9/29	2006/10/24
試験日数	0	31	63	88
総給餌量		30,885	75,128	121,696
増重量		21.1	34.7	74.0
餌量転換効率(%)		70.1	52.2	71.1
増肉係数		1.43	1.91	1.41
増肉係数(I期終了時)*				1.64
日間給餌率(%)		2.82	2.77	2.10
日間増重率(%)		1.98	1.45	1.49

\* : 表1の\*式より算出

## 2) 第II期

平均全長と平均体重の変化を図3, 4に示した。最終測定日が異なるが、1区の平成19年4月時点の平均全長と平均体重は、382.4mmと434.7gであった。また、2, 3区の平成19年5月17日時点の平均全長と平均体重は、396.5mmと474.8g, 369.5mmと405.1gであった。

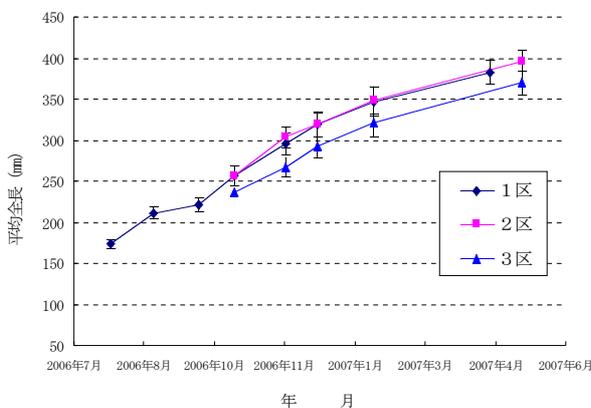


図3. スギ養殖試験II期の平均全長変化

今回の試験では、収容密度の違いによる成長の差はなく、海水温(図5)が22℃を下回るようになった12月以降、若干の成長低下がみられた。さらに、II期の試験中もハダムシsp.の寄生が頻繁に観察されており、ハダムシ症による成長への悪影響があったと考えられる。収容密度や水温がスギの成長に与える影響については、今後も多くのデータを収集し、検討する必要がある。

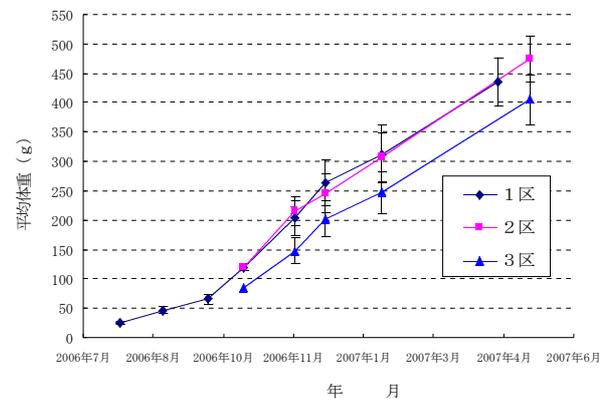


図4. スギ養殖試験II期の平均体重変化



図5. スギ養殖試験期間中の海水温変化

生残率の変化を図6に示した。各区とも2007年1月から4月にかけて類結節症による大量斃死が観察され、生残率が急激に低下している。各区の斃死状況を比較すると、収容密度の最も低い3区が類結節症の被害が少なく、最も高い生残率となっている。

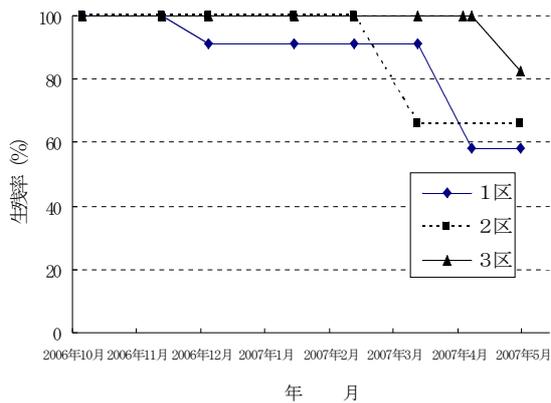


図6. スギ養殖試験Ⅱ期の生残率変化

次に、各区の飼育記録および、各区の試験開始から各測定日までの累積飼育記録を、表4-I~IIIと表5-I~IIIに示した。1, 2区では、1~4月にかけて、類結節症の大量斃死による飼育尾数減のため、期間増重量は小さい値となっている。特に1区においては、1~4月にかけての期間増重量がマイナスとなっている。

1, 2区の期間増肉係数(表4-I, II)は、11~1月にかけて1区で2.99, 2区で2.86と悪化した。他の期間は1.67~2.25の範囲であった。逆に3区(表4-III)では、11~1月に増肉係数が1.30と良い値を示したが、他の期間は1, 2区同様に2.0~2.44の範囲であった。これらを考慮すると、11~1月にかけての各区の測定は、取り上げ個体が全体を代表していなかったため、他の期間とは大きく異なる値を示したと考えられる。取り上げ尾数を増やすなど、取り上げ方法を再検討しなければならないだろう。

累積の増肉係数(表5-I~III)は、1区が4.58, 2区が3.65と悪い結果となったのに対し、3区は2.46と比較的良好な結果であった。中村ほか(2004)は、実施したスギの養殖試験で、種苗から出荷までの増肉係数が1.0~1.2という好成績を得た例を報告している。しかし、今回の結果が飼育記録の信頼性が高く、スギの増肉係数は永井(1997)が報告しているハマチの増肉係数2.0~2.5と同等とみなすことが妥当であろう。

期間日間給餌率(表4-I~III)は、各区とも水

温低下とともに1%前後まで落ちている。最終測定日における各区の累積日間給餌率(表5-I~III)は、1区1.54%, 2区1.40%, 3区1.33%となった。収容密度の高い1区ほど給餌率が高い値となったが、類結節症が発生するまでの累積日間給餌率は各区1.81~1.99%と差はなく、収容密度の違いによる給餌率への影響はみられなかった。

各区の期間日間増重率(表4-I~III)は、12月以降日間増重率の低下がみられるが、中村ほか(2004)は、水温が21~22℃以下になるとスギの生長が停滞すると報告しており、今回の結果もそれと一致している。特に、1~4月にかけての期間日間増重率は0.39~0.46%まで低下しており、前述した成長の低下があったことを裏付けている。また、各区における最終測定日の累積日間増重率(表5-I~III)は、1, 3区が0.63%, 2区が0.58%と大きな差はなかった。

本試験において、大量斃死が起こる直前の推定収容密度は、最も高い1区が7.2kg/m<sup>3</sup>, 最も低い3区が3.8kg/m<sup>3</sup>であったが、今回の結果からこの範囲では成長や増肉係数等への影響はそれほど無いことがわかった。しかし、収容密度を低くする事が類結節症の被害軽減に効果があることが示唆された。本県のスギ養殖では、類結節症による被害が毎年起きており、その対策が急務となっている。本試験でも、類結節症が発生するまでの増肉係数は各区に差はなかったが(表5-I~III)、その後は類結節症による被害が大きかった1, 2区ほど増肉係数が悪化している。これは、大量斃死が起こるまでの給餌分が無駄な給餌となり、増肉係数の悪化を引き起こすことを示している。生残率についても、I期からの継続としてII期の生残率を推定すると、類結節症の被害のため生残率は50~65%程度の低い値になってしまう。現在スギ養殖では、類結節症の被害軽減による生残率の向上や養殖経営の安定が重要な課題となっており、収容密度を低くすることが有効な対策となる可能性が示された。しかし、収容密度に関するスギの試験は知見がほとんど無く、今後もスギの成長や増肉係数などに関する試験と併せて知見収集に努める必要がある。

表4-I. スギ養殖試験Ⅱ期における1区の飼育記録

	H18.10.24	H18.11.30	H18.12.22	H19.1.31	H19.4.24
期間試験日数	0	37	22	40	83
平均全長(mm)	257.1	295.1	319.0	347.0	382.4
平均体重(g)	119.4	203.9	264.0	312.8	434.7
平均肥満度	11.8	12.8	13.1	12.6	11.9
収容尾数	520	520	476	476	303
生残率	100%	100%	91.5%	91.5%	58.3%
総重量(kg)	62.1	106.0	125.7	148.9	131.7
期間増重量(kg)		43.9	19.6	23.2	-17.2
期間給餌量(g)		90,379	52,619	69,498	106,603
期間餌料転換効率(%)		48.6	56.9	33.4	44.5
期間増肉計数		2.06	1.76	2.99	2.25
期間日間給餌率(%)		2.91	2.05	1.27	0.88
期間日間増重率(%)		1.41	1.17	0.42	0.39

表4-II. スギ養殖試験Ⅱ期における2区の飼育記録

	H18.10.24	H18.12.1	H18.12.26	H19.1.31	H19.5.17
期間試験日数	0	38	25	36	106
平均全長(mm)	257.1	303.4	319.0	348.5	396.5
平均体重(g)	119.4	215.4	246.0	306.5	474.8
平均肥満度	11.8	12.2	12.2	12.1	12.4
収容尾数	300	300	300	300	198
生残率	100%	100%	100%	100%	66.0%
総重量(kg)	35.8	64.6	73.8	92.0	94.0
期間増重量(kg)		28.8	9.2	18.2	2.1
期間給餌量(g)		47,978	26,235	39,995	98,104
期間餌料転換効率(%)		60.0	35.0	45.4	42.7
期間増肉計数		1.67	2.86	2.20	2.3
期間日間給餌率(%)		2.51	1.52	1.34	0.95
期間日間増重率(%)		1.51	0.53	0.61	0.41

表4-III. スギ養殖試験Ⅱ期における3区の飼育記録

	H18.10.24	H18.12.1	H18.12.26	H19.1.31	H19.5.17
期間試験日数	0	38	25	36	106
平均全長(mm)	235.8	267.2	292.1	322.0	369.5
平均体重(g)	85.8	147.4	202.4	246.7	405.1
平均肥満度	11.1	12.5	12.9	12.1	12.5
収容尾数	300	300	300	300	248
生残率	100%	100%	100%	100%	82.6%
総重量(kg)	25.7	44.2	60.7	74.0	100.5
期間増重量(kg)		18.5	16.5	13.3	26.5
期間給餌量(g)		42,567	21,466	32,491	87,325
期間餌料転換効率(%)		43.4	76.9	40.9	49.7
期間増肉計数		2.30	1.30	2.44	2.0
期間日間給餌率(%)		3.20	1.64	1.34	0.92
期間日間増重率(%)		1.39	1.26	0.55	0.46

表5-I. スギ養殖試験Ⅱ期における1区の試験開始時からの累積飼育記録

	H18. 10. 24	H18. 11. 30	H18. 12. 22	H19. 1. 31	H19. 4. 24
試験日数	0	37	59	99	182
総給餌量		90,379	142,998	212,496	319,099
増重量		43.9	63.6	86.8	69.6
餌量転換効率 (%)		48.6	50.4	45.3	40.7
増肉係数		2.06	1.99	2.21	2.46
増肉係数 (Ⅱ期最終測定時) *					4.58
日間給餌率 (%)		2.91	2.54	1.99	1.54
日間増重率 (%)		1.41	1.28	0.90	0.63

表5-II. スギ養殖試験Ⅱ期における2区の試験開始時からの累積飼育記録

	H18. 10. 24	H18. 12. 1	H18. 12. 26	H19. 1. 31	H19. 5. 17
試験日数	0	38	63	99	205
総給餌量		47,978	74,213	114,208	212,312
増重量		28.8	38.0	56.1	58.2
餌量転換効率 (%)		60.0	51.2	49.1	41.7
増肉係数		1.67	1.95	2.03	2.40
増肉係数 (Ⅱ期最終測定時) *					3.65
日間給餌率 (%)		2.51	2.15	1.81	1.40
日間増重率 (%)		1.51	1.10	0.89	0.58

表5-III. スギ養殖試験Ⅱ期における3区の試験開始時からの累積飼育記録

	H18. 10. 24	H18. 12. 1	H18. 12. 26	H19. 1. 31	H19. 5. 17
試験日数	0	38	63	99	205
総給餌量		42,567	64,033	96,524	183,849
増重量		18.5	35.0	48.3	74.7
餌量転換効率 (%)		43.4	54.6	50.0	47.6
増肉係数		2.30	1.83	2.00	2.10
増肉係数 (Ⅱ期最終測定時) *					2.46
日間給餌率 (%)		3.20	2.35	1.95	1.33
日間増重率 (%)		1.39	1.28	0.98	0.63

\* (表5-I~III) : 表1の\*式により算出

## 文 献

- 中村博幸・佐多忠夫・吉里文夫・長松俊樹, 2004 : スギ等種苗量産技術開発試験. 平成14年度沖縄県水産試験場事業報告書, 131-138
- 中村博幸・佐多忠夫・吉里文夫・下村宏美, 2005 : スギ養殖技術確立試験. 平成15年度沖縄県水産試験場事業報告書, 136-138
- 小川和夫・宮本淳子・H.-C. Wan・C.-F. Lo・G.-H. Kou, 2006 : 台湾の養殖スギにおける単生類*Neobenedenia girellae*の寄生. 魚病研究 ; 41(2) : 51-56
- 永井康豊, 1997 : 養殖飼料ベストガイド用語集. 養殖34(5), 緑書房, 東京, 205pp