

# ヤイトハタ陸上高密度養殖の実用化試験-Ⅲ

金城清昭・仲盛 淳・甲斐哲也・鳩間用一・安井理奈  
岩井憲司・仲原英盛・立津政吉・小濱健徳

## 1. 目的

ヤイトハタの高密度養殖試験は、平成 16 年度から本種の陸上養殖の生産性向上と効率化を図るために実施されてきた(金城ら, 2006, 2007)。これらの試験では、小型水槽を用いた高換水率下での高密度飼育と、半閉鎖循環式大型水槽を用いた高密度養殖実用化試験が行われ、それぞれの飼育条件での成長・生残・餌料効率等の養殖特性値が調べられ、本種の高密度養殖の妥当性が検証されている。

一方、簡易型高密度養殖システムの設計に必要な基礎的知見を収集することを目的とした実用規模の試験を平成 18 年度から実施しており(金城ら, 2008, 2009)、今年度も引き続き試験を継続したので、その結果を報告する。

## 2. 材料と方法

試験は、栽培漁業センターの上屋根付きの容量 30kl 円形コンクリート水槽(直径 4m、有効水深 2.5m)を用いて、有効水量 27～28kl で 2006 年 10 月 27 日から 2008 年 7 月 28 日までの 640 日間行った。実験の設定は、前々年度および前年度と同様である。

供試魚は、水産海洋研究センター石垣支所で採卵した受精卵を空輸して平成 18 年に栽培漁業センターで生産した種苗で、試験開始時の平均全長 141.1mm、平均体重 44.8g のもの 5,002 尾であった。

通気は、試験開始当初はエアストーン(50mm×50mm×170mm の角柱型)を 3 個投入して強通気し、飼育密度が高くなるに連れて 7～8 個に増やした。2007 年 2 月 28 日からは注水口を直径 50mm から 25mm に小さくして、これに空気を吹き込むエジェクター式の注水方法にして水槽内に微細気泡が発生するように改良した。また、排水口からの糞や残餌の排出を促進させるために、水位調整排

水管内にエアスターを 1 個投入してエアリフト方式で排水した。

換水率は、4～6 回転/日を目安としたが、飼育終期は溶存酸素量を十分に確保するために 15 回転/日内外に上げた。

給餌は、当初は自動給餌器を用いて配合飼料(EP)を毎日与えたが、漏電事故のあった 2007 年 6 月 21 日から 2008 年 6 月 11 日までは手撒きでほぼ毎日行い、その後は 2～3 日ごとに飽食量を与えた。配合飼料のサイズと給餌量は、餌食いの状態や水温などを勘案しながら適宜調節した。

また、魚病予防のために、銅イオン発生装置を常時作動させて、水槽内の銅イオン濃度を 50ppb 程度を目安に電流を調節した。銅イオン濃度の測定は、迅速水質分析計(HACH 社製、DR/890)を用いてポルフイリン法で比色分析した。測定は適宜行った。水温と換水率はほぼ毎日測定した。2006 年 11 月下旬からは蛍光式溶存酸素計(HACH 社製、LDO HQ-10)で溶存酸素量と飽和率をほぼ毎日測定した。

月 1 回の頻度で全長・体重を測定して成長等を、また 2～3 ヶ月毎に全個体数を計数して生残率を調べた。

肥満度、日間給餌率、日間増重率、増肉係数、餌料転換効率等の養殖特性値は、金城ら(1999)の計算方法に従った。

## 3. 結果および考察

2006 年 10 月から 2008 年 7 月までの全飼育期間中の水温、換水率、溶存酸素量、溶存酸素飽和率、全長、体重、肥満度、生残率、収容密度の変化及び養殖特性値を図 1～9 及び付表に示した。

飼育期間中の水温は、18.5～29.8℃の範囲で平均 24.2℃であった。換水率は平均 6.09 回転/日(2.19～22.43 回転/日)、溶存酸素量は平均 5.62mg/L(0.62～

7.45mg/L)、溶存酸素飽和率は平均 81.08%( 9.2 ~ 103.0 %)であった。



図1 飼育期間中の水温(°C)の変化  
(2006年10月~2008年7月)

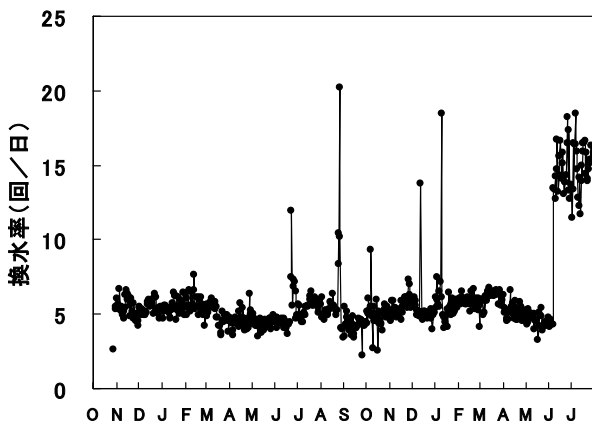


図2 飼育期間中の換水率(回転/日)の変化  
(2006年10月~2008年7月)

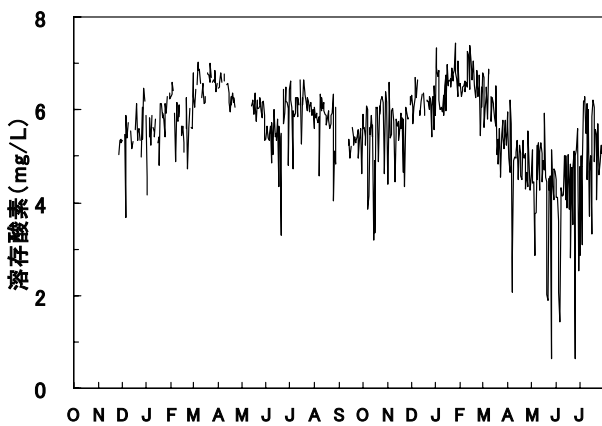


図3 飼育期間中の溶存酸素量(mg/L)の変化  
(2006年10月~2008年7月)

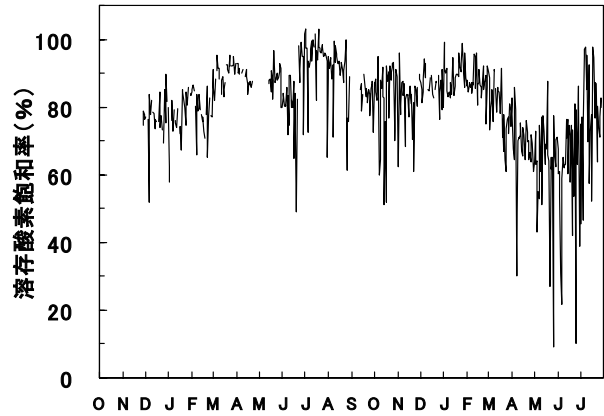


図4 飼育期間中の溶存酸素飽和率(%)の変化  
(2006年10月~2008年7月)

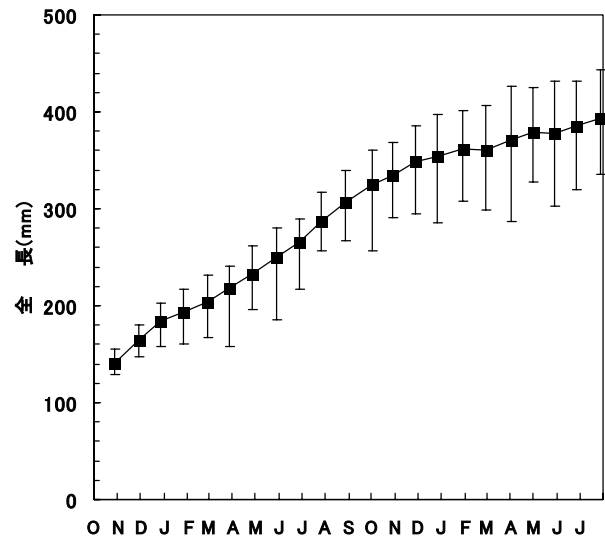


図5 飼育期間中のサイトハタの成長(全長)  
(2006年10月~2008年7月)

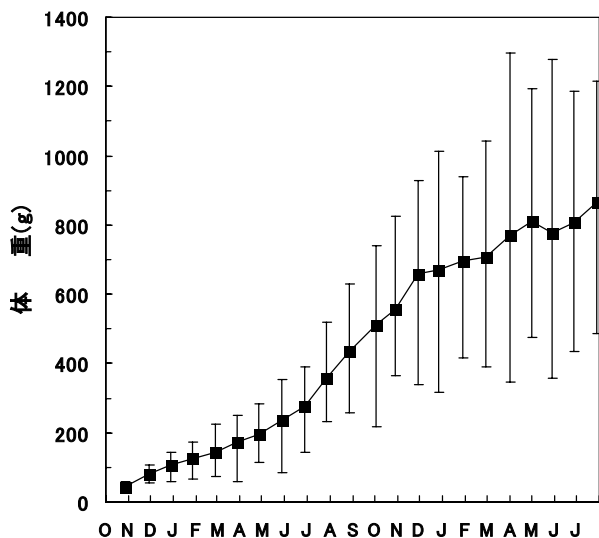


図6 飼育期間中のヤイトハタの成長(体重)  
(2006年10月～2008年7月)

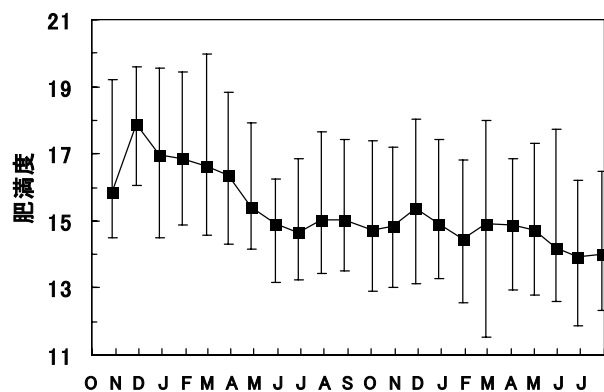


図7 飼育期間中のヤイトハタの肥満度の変化  
(2006年10月～2008年7月)

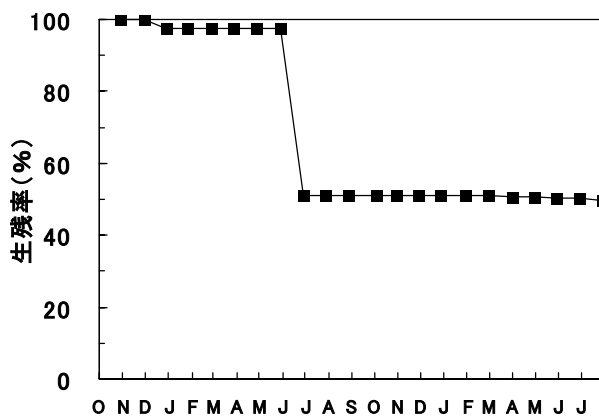


図8 飼育期間中のヤイトハタの生残率の変化  
(2006年10月～2008年7月)

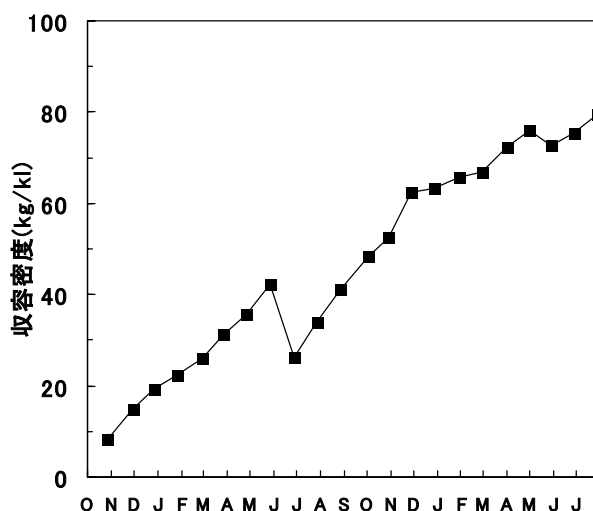


図9 飼育期間中のヤイトハタの收容密度の変化  
(2006年10月～2008年7月)

2008 年 3 月以前の試験結果については金城ら (2008,2009) に示したので、ここでは 2008 年 4 月以降の飼育経過について述べる。

飼育開始後 550 日目を過ぎた 2008 年 4 月末頃から成長の停滞がみられ始め、5 月はマイナス成長であった(図 6)。この時点での收容密度は 76kg/kl であった。また、この頃から溶存酸素量・飽和率が低下傾向を示した(図 3,4)。

そのため、6 月から換水率を従来の 5 回転/日内外から 15 回転/日内外に上げたところ(図 2)、溶存酸素量・飽和率はやや回復した(図 3,4)。しかし、給餌の翌日には溶存酸素量・飽和率の低下がみられた。

6 月以降、全長と体重は増加して成長はみられたが(図 5, 6)、肥満度の低下が 2 月以降継続し、6 月末以降は平均肥満度が 14 を下回って背部の痩せこけた個体が散見されるようになった。そのため、7 月末で本試験を終了し、供試魚を海面生簀に移した。

試験終了時の平均全長は 394mm、平均体重 864g、肥満度 13.99、收容密度 76.70kg/kl であった。

本試験での最高飼育密度は、金城ら(2007)の 1～2kl 水槽を用いた実験での最高飼育密度 168kg/kl を大きく下回った。これは本実験では平均換水率が 6.09 回転/日であったのに対して、金城ら(2007)では 47～

103 回転/日の高い換水率であったこととの差と考えられる。今回のような大型水槽でもより高い換水率を確保すれば、小型水槽で実現した高密度飼育を達成できると考えられるが、その場合は膨大な水量が必要となり、給水に要するコストが増すため、採算面から事業としては成立しないと考えられる。

本実験の深型の 30kl 円形水槽を用いた強曝気および換水率 4 ~ 5 回転/日という飼育条件では、成長と肥満度の変化傾向から 50kg/kl 程度が限界の収容密度と推定される(付表)。

また、水槽内での飼育魚の分布が低層に集中することから、水槽の形状は今回使用した深型円形水槽ではなく、より浅型の円形水槽が適していると考えられる。

給水のコストを低減するために注水量を抑えた大型水槽での高密度飼育を達成するには、循環系による濾過システムを組み込んだ半閉鎖循環飼育システムとすることが不可欠である。事業収支の観点から飼育システムの建設コスト、ランニングコスト、さらには環境への負荷コスト、これらコストそれぞれの閾値を達成できるような簡易型の半閉鎖循環飼育システムの構築が不可欠であり、今後この分野における技術開発研究が必要である。

#### 4. 参考文献

- 金城清昭・中村博幸・大嶋洋行・仲本光男. ヤイトハタの養殖試験-Ⅱ(海産魚類増養殖試験). 平成 9 年度沖縄水試事業報告 1999 ; 160-164 .
- 金城清昭・伊差川哲・野甫英芳. ヤイトハタの高密度養殖試験-I (ヤイトハタ等ブランド化推進技術開発事業). 平成16年度沖縄県水試事業報告書 2006 ; 124-131 .
- 金城清昭・伊差川哲・野甫英芳. ヤイトハタの高密度養殖試験-II (ヤイトハタ等ブランド化推進技術開発事業). 平成17年度沖縄県水試事業報告書 2007 ; 126-136 .
- 金城清昭・仲盛 淳・鳩間用一・井上 顕・福田将数・杵山恵子・仲原英盛・村本世利朝・立津政吉. ヤイトハタ陸上高密度養殖の実用化試験試験. 平成18年度沖縄県栽培漁業センター事業報告書 2008 ; 52-55 .
- 金城清昭・仲盛 淳・鳩間用一・安井理奈・岩井憲司・松久保晃作・仲原英盛・立津政吉・小濱建徳. ヤイトハタ陸上高密度養殖の実用化試験試験-Ⅱ. 平成19年度沖縄県栽培漁業センター事業報告書 2009 ; 50-53 .

付表 30kl円形水槽でのヤイトハタ高密度

養殖試験の経過と養殖特性値  
(2006年10月27日～2008年7月28日)

30kl水槽	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
測定年月日	2006/10/27	2006/11/28	2006/12/27	2007/1/26	2007/2/27	2007/3/27	2007/4/26	2007/5/28	2007/6/28	2007/7/27	2007/8/27
期間日数		32	29	30	32	28	30	32	31	29	31
収容個体数	5,002	5,000	4,884	4,884	4,884	4,883	4,880	4,877	2,558	2,556	2,554
生残率		99.96%	97.64%	97.64%	97.64%	97.62%	97.56%	97.50%	51.10%	51.10%	51.08%
全長(mm)	141.1	164.9	184.4	193.9	204.3	218.4	232.9	249.4	265.5	287.2	306.1
体重(g)	44.8	60.7	107.2	124.1	143.3	172.3	186.9	204.3	276.7	357.9	433.9
肥満度	15.85	17.88	16.96	16.86	16.92	16.26	15.41	14.93	14.66	15.03	15.02
総重量(kg)	224.0	403.5	523.7	606.3	699.9	841.2	960.9	1,142.7	707.2	914.6	1,108.1
給餌量(kg)		125.9	122.7	104.0	88.98	116.00	125.02	178.70	182.00	207.82	296.26
累積給餌量(kg)		125.90	248.63	352.63	452.21	568.21	703.23	881.93	1,063.93	1,271.75	1,528.11
増重量(kg)		179.5	120.3	62.5	93.8	141.3	119.6	181.9	-435.5	207.4	193.5
期間増均係数		0.70	0.84	1.26	1.06	0.82	1.12	0.88	1.16	1.00	1.32
期間増量転換効率		1.43	1.07	0.79	0.94	1.22	0.89	1.02	0.87	1.00	0.76
日間増給餌率(k)		1.25	0.81	0.81	0.48	0.54	0.50	0.53	0.62	0.89	0.82
収容密度(kg/m <sup>2</sup> )	8.30	14.94	19.40	22.45	25.92	31.16	35.59	42.32	26.19	33.87	41.04
日間増重率(k)		1.79	0.87	0.49	0.45	0.66	0.44	0.54	0.53	0.88	0.62
平均水温(°C)		25.25	22.78	21.48	20.93	20.91	21.81	23.55	25.97	28.59	29.15
開始時から											
日数		32	61	91	123	151	181	213	244	273	304
総給餌量(kg)		125.9	248.6	352.6	452.2	568.2	703.2	881.9	1,063.9	1,271.8	1,528.1
増重量(kg)		179.5	299.7	382.3	475.9	617.2	736.9	918.8	483.2	690.6	884.1
増均係数		0.70	0.81	0.80	0.93	0.80	0.94	0.94	1.21	1.08	1.04
増量転換効率		1.43	1.24	1.11	1.06	1.11	1.07	1.06	0.82	0.80	0.86
日間増重率(k)		1.79	1.25	1.03	0.85	0.78	0.70	0.64	0.59	0.97	0.53
日間増給餌率(k)		1.25	1.08	0.83	0.79	0.70	0.65	0.60	0.72	0.81	0.56

30kl水槽	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
測定年月日	2007/10/1	2007/10/29	2007/11/28	2007/12/27	2008/1/26	2008/2/26	2008/4/1	2008/4/30	2008/6/29	2008/6/27	2008/7/28
期間日数	28	28	30	29	33	30	33	29	29	29	31
収容個体数	2,554	2,548	2,547	2,547	2,547	2,547	2,533	2,529	2,523	2,522	2,485
生残率	51.06%	50.96%	50.92%	50.92%	50.92%	50.92%	50.64%	50.56%	50.46%	50.42%	49.68%
全長(mm)	325.0	332.7	348.6	354.0	362.5	380.9	371.5	379.3	378.1	385.4	394.0
体重(g)	511.1	355.4	690.4	688.4	696.7	708.1	770.1	812.0	777.1	806.1	884.2
肥満度	14.74	14.83	15.37	14.80	14.46	14.82	14.86	14.72	14.18	13.92	13.99
総重量(kg)	1,309.3	1,413.7	1,692.0	1,704.8	1,774.6	1,806.1	1,850.7	2,053.3	1,862.1	2,032.9	2,147.3
給餌量(kg)	229.00	208.00	247.32	188.00	157.42	172.30	230.08	204.65	171.38	234.92	258.70
累積給餌量(kg)	1,757.11	1,965.11	2,212.43	2,399.43	2,555.85	2,728.15	2,958.21	3,163.16	3,334.54	3,569.46	3,828.16
増重量(kg)	197.2	110.4	296.4	229	69.7	31.5	144.6	102.8	-91.4	70.8	114.6
期間増均係数	1.16	1.84	0.82	8.12	2.26	5.48	1.48	1.83	-1.94	3.21	1.78
期間増量転換効率	0.08	0.54	1.00	0.12	0.44	0.19	0.67	0.52	-0.52	0.31	0.56
日間増給餌率(k)	0.54	0.53	0.53	0.38	0.27	0.32	0.37	0.25	0.29	0.41	0.40
収容密度(kg/m <sup>2</sup> )	48.94	53.43	62.30	63.14	65.73	68.89	72.25	78.08	73.67	72.60	76.70
日間増重率(k)	0.47	0.30	0.58	0.05	0.12	0.08	0.25	0.19	-0.15	0.13	0.22
平均水温(°C)	28.79	27.65	24.84	22.72	21.28	19.68	20.78	22.47	23.73	26.90	28.56
開始時から											
日数	328	367	397	426	459	489	522	551	580	609	640
総給餌量(kg)	1767.1	1965.1	2212.4	2399.4	2555.9	2728.2	2958.2	3163.2	3334.5	3569.5	3828.2
増重量(kg)	1,081.3	1,191.7	1,408.0	1,480.9	1,550.6	1,582.1	1,726.7	1,829.6	1,738.1	1,808.9	1,923.5
増均係数	1.00	1.02	0.85	1.02	1.04	1.09	1.08	1.09	1.21	1.25	1.25
増量転換効率	1.00	0.98	1.05	0.98	0.96	0.82	0.92	0.91	0.83	0.80	0.80
日間増重率(k)	0.49	0.46	0.44	0.41	0.38	0.36	0.34	0.33	0.31	0.29	0.28
日間増給餌率(k)	0.49	0.47	0.42	0.42	0.40	0.39	0.37	0.36	0.37	0.37	0.35