

マッチングプランナープログラム

短期間の蓄養によってアスタキサンチンを高蓄積するクマエビを作り出す

上田幸男・枝川大二郎・川龍祥子¹・足立亨介¹

食品の彩は商品価値を決定する上で非常に重要なファクターである。赤色素であるアスタキサンチン(Asx)はその抗酸化性から機能性成分としての価値も期待できることから食品上の重要な色素と言える。

甲殻類の主要な体表色素であるAsx量はロブスター*Homarus americanus*では背景色や紫外線によって(Michael *et al.*,2009),ウシエビで*Penaeus monodon*では餌や環境,遺伝によって増加することが報告されている(Nicholas *et al.*,2012, Nicholas *et al.*,2015)。

そこで,本研究では四国で水揚げされ,調理後の体表の赤さが特徴で,高価に取引されるクマエビ*Penaeus semisulcatus*(地方名;アジアカエビ)を用い,背景色の適用,紫外線の照射,窒素がガスによる飼育水の低酸素化及び餌料中のAsx含量の増加によって「2週間の蓄養でアスタキサンチンを高蓄積するクマエビ作出する」ことを目的として試験を実施した。

材料と方法

供試エビの入手

平成27年11月14日から平成28年3月28日にかけて,紀伊水道で操業する徳島市漁協所属の小型底びき網漁船が水揚げしたクマエビの中から生きたものを選んで購入し,水産研究課鳴門庁舎に搬入した。11~12月の供試エビは主に夕チ網で漁獲し,12~3月はマンガンで漁獲された。

飼育試験

試験No1~6には角形水槽(内寸351×600×H260mm)を試験に6には角形水槽(591×787×H500mm)に頭胸甲長2.9~5.4cm,体長11.9~20.3cm,体重21~103gのクマエビを収容し,流水下で飼育した(表1)。エビが飛び出さないように,全ての水槽に金網で蓋をした。背景色の適用については,青の水槽内壁を黒,白の油性ペンキを塗布したものを黒区,白区とし,そのままの色を青区とした。加えて,昼間に潜泥するクマエビのより自然に近い状態を把握するために紀伊水道の底泥や比重が軽くエビ

表1. 各試験における調査期間と試験区の内容

No	試験開始日	試験終了日	試験区	収容数/水槽	飼育水	水温	試験区内容
1	2015/11/4	2015/11/20	4	15	流水	常温	泥, 白, 黒, 水色
2	2015/11/21	2015/12/8	12	15	流水	常温	白ASX10, 黒窒素UV1Asx200, 白Asx10, 黒窒素UV1Asx200, 黒窒素UV1Asx10, 白窒素UV1Asx200, 黒窒素Asx200, 黒UV1Asx200, 青Asx10, 泥Asx10, 黒Asx10, 白UVAAsx10
3	2015/12/8	2015/12/22	12	16	流水	常温	白ASX10, 黒窒素UV2Asx200, 白Asx10, 黒窒素UV2Asx200, 黒窒素UV2Asx10, 白窒素UV2Asx200, 黒窒素Asx200, 黒UV2Asx200, 青Asx10, 泥Asx10, 黒Asx10, アンスライトAsx10
4	2015/12/22	2016/1/6	3	8	流水	常温	白Asx10, 黒Asx200, 黒Asx200,
5	2016/2/10	2016/3/1	3	17-19	止水/毎日換水	18-20	黒Asx200, 白Asx200, 黒UV2Asx200
6	2016/3/5	2016/3/20	3	16-17	止水/毎日換水	18-21	白Asx200, 黒Asx200, 黒UV2Asx200
7	2016/3/28	2016/5/23	1	58	止水/毎日換水	18-22	200L水槽

泥;紀伊水道の底泥を敷設,白;白い角形水槽,黒;黒い角形水槽,水色;水色の角形水槽,アンスライト:アンスライトを敷設,UV1;紫外線ランプ,UV2;ブラックライト,窒素;窒素ガス添加,Asx10;アスタキサンチン10mg/kgペレット投与,Asx200;アスタキサンチン200mg/kgペレット投与

1 高知大学農学部

が潜りやすい黒色のアンスライトを敷設した試験区を設けた。また、低濃度(10mg/kg)と高濃度(200mg/kg)のAsxを含むハードペレット(日本農産工業株式会社水産技術センター特注製)の投与、紫外線殺菌ランプ(IWASAKI蛍光灯照明器具 FRS1151GL16, 100V, 60HzにEYE殺菌ランプGL-15をセット)及びブラックライト(東京メタル工業株式会社ブラックランプFLBLB100V, 10Wに日立FL10BL-Bランプセット)の照射、酸素濃度を低下させるためのN₂ガスの添加及びその組み合わせにより2週間を基調に14~56日間飼育した(表1)。

色調の計測

約2週間以上の飼育後、生鮮下で高知大学農学部に持ち帰り、沸騰した海水に1分浸漬後、冷却し、頭部及び第1服節の側部の色彩(L*, a*, b*)をミノルタ社製色彩色差計CR-300により調べた。また、一部の個体についてアオリはAsx定量するために冷凍保存した。

結果と考察

平成27年11月から平成28年3月にかけて計6回、29区の試験を実施した(表1)。ここでは試験区数の多い、試験2,3

表2. 試験2における試験内容、生残率の推移及び脱皮の状態

経過 日数	試験区番号												
	水槽色	白	黒	白	黒	黒	白	黒	黒	青	泥	黒	白
	紫外線	なし	有	なし	有	有	有	なし	有	なし	なし	なし	有
	窒素ガス	なし	有	なし	有	有	有	有	なし	なし	なし	なし	なし
ASX(mg/kg)		10	200	10	200	10	200	200	200	10	10	10	200
0	平成27年11月20日	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
1	平成27年11月21日	15	14(1)	15	15	13(1)	15	15	15	15	15	15	15
2	平成27年11月22日	15	13	15	11	10	11	15(1)	14	15	15	15	15
3	平成27年11月23日	15	12	15	10	5	8	15	10	15	15	15	15
4	平成27年11月24日	15	9	15	1	1	3	15	5	15	15	14	14
5	平成27年11月25日	15(1)	5	15	1	1	2	13	4	15	15	14	14
6	平成27年11月26日	15	4	14	1	1	2	13	2	15	15	12	12
7	平成27年11月27日	14	3	14	0	1	2	12	2	15	13	12	12
8	平成27年11月28日	13	3	14	1	1	0	11	0	15	13	11	11
9	平成27年11月29日	12	3	14	1	1	11	11	14	13	10	10	10
10	平成27年11月30日	12	2	14	1	1	11	11	13	13	10(1)	10	10
11	平成27年12月1日	12(1)	2	14(11)	1	1	10	10	13	13	10	10	10
12	平成27年12月2日	12	2	13	0	9	9	13	13	10	10	15	15
13	平成27年12月3日	12	1	13	9	9	13	13	10	15	15	15	15
14	平成27年12月4日	12	1	13	9	9	13	13	10	15	15	15	15
15	平成27年12月5日	12	1	12	9	9	13(1)	12	10	15	15	15	15
16	平成27年12月6日	12	1	12	9	9	13	12	9	15	15	15	15
17	平成27年12月7日	12	1	12	9	9	13	12	9	15	15	15	15
18	平成27年12月8日	12	1	12	8	8	13	10(1)	9	14	14	14	14
生残率(%)		80.0	6.7	80.0	0.0	0.0	0.0	53.3	0.0	86.7	66.7	60.0	93.3

()は脱皮個体数を示す。

表3. 試験3における試験内容、生残率の推移及び脱皮の状態

経過 日数	試験区番号												
	水槽色	白	黒	白	黒	黒	白	黒	黒	青	泥	黒	アンスライト
	紫外線(ブラックライト)	なし	有	なし	有	有	有	有	なし	なし	なし	なし	なし
	窒素ガス	なし	有	なし	有	有	有	なし	有	なし	なし	なし	なし
ASX(mg/kg)		10	200	10	200	10	200	200	200	200	200	200	200
開始	平成27年12月8日	16	16	16(1)	16	16	16	16	16	16	16	16	16
1	平成27年12月9日	16	16	15	15	16	16	16(1)	16(1)	16(1)	16	16	16
2	平成27年12月10日	15	14	15	15	15	15	15(1)	16(1)	16	16	15	15
3	平成27年12月11日	15	14	14	14(1)	14	14	14	14	16	14(1)	13	13
4	平成27年12月12日	15	14	14	14	13	14	14	14	16	14	13	16
5	平成27年12月13日	15	13	14	12(1)	10	14	14	13	15	14	12(1)	16(1)
6	平成27年12月14日	15	13(1)	14	10	10	14	14	12(1)	14(1)	13(1)	12	16
7	平成27年12月15日	15	12(1)	14	10	9	13(1)	14(1)	12	14	13	11(1)	16
8	平成27年12月16日	15	12(1)	14	10	9	12	14	11(1)	12(2)	13	11	13
9	平成27年12月17日	15	12	12	10	9	10(2)	14	10(1)	12	13	11	13
10	平成27年12月18日	15	10(1)	12	8(2)	9	9(1)	13(1)	10(1)	12(1)	13(1)	11	12
11	平成27年12月19日	15	9	12(1)	7(1)	9	9	13	9(1)	11(1)	12(1)	10	12
12	平成27年12月20日	15	9	12	7	8(1)	9	13	9	11	12	9(1)	12
13	平成27年12月21日	15	9	12	5(1)	8	8(1)	13	9	11	12	9	10
14	平成27年12月22日	15	9	12(1)	5	8	7	13	9	11	12	8	9
生残率(%)		93.8	56.3	75.0	31.3	50.0	43.8	81.3	56.3	68.8	75.0	50.0	56.3

()は脱皮個体数を示す。

の結果を中心に報告する。

生残率

試験2では 白水槽と 青水槽の生残率が80%を

越え、高い値を示したのに対し、黒水槽は総じて低い値を示した。一方、紫外線を照射した試験区では、クマエビの本来の赤色が消失し、黒化するとともに著しく低い生残率を示した。このため、試験3以降では紫外線殺菌

表4. 試験No.2,3における各試験区の試験終了時の生と茹でた状態の平均a*

No	試験区	頭胸部(生)	第1腹節(生)	頭胸部(茹で)	第1腹節(茹で)
2	試験開始時	1.1	1.1	10.4	11.8
	白Asx10	1.4	1.5	9.8	12.4
	白Asx10	1.0	1.1	10.8	13.2
	白窒素UV1Asx200	1.3	2.0	12.8	16.4
	黒窒素Asx200	2.0	1.9	18.4	18.9
	泥Asx10	1.9	2.0	13.7	16.2
	黒Asx10	2.6	2.2	16.9	17.8
	青Asx10	1.3	1.0	13.3	13.3
3	試験開始時	1.8	1.1	10.4	11.8
	白ASX10	2.2	1.2	12.4	14.3
	黒窒素UV2Asx200	3.6	2.5	16.7	19.3
	黒窒素UV2Asx10	3.1	2.2	18.5	18.3
	白窒素UV2Asx200	1.9	2.2	13.5	14.0
	黒窒素Asx200	3.2	2.7	15.7	18.0
	黒UV2Asx200	2.9	2.8	17.8	18.1
	泥Asx10	2.4	2.2	12.2	15.4
	黒Asx10	3.6	2.5	18.1	18.3
	アンスライトAsx10	2.0	1.8	15.4	15.3
	青Asx10	1.5	1.3	12.2	15.3

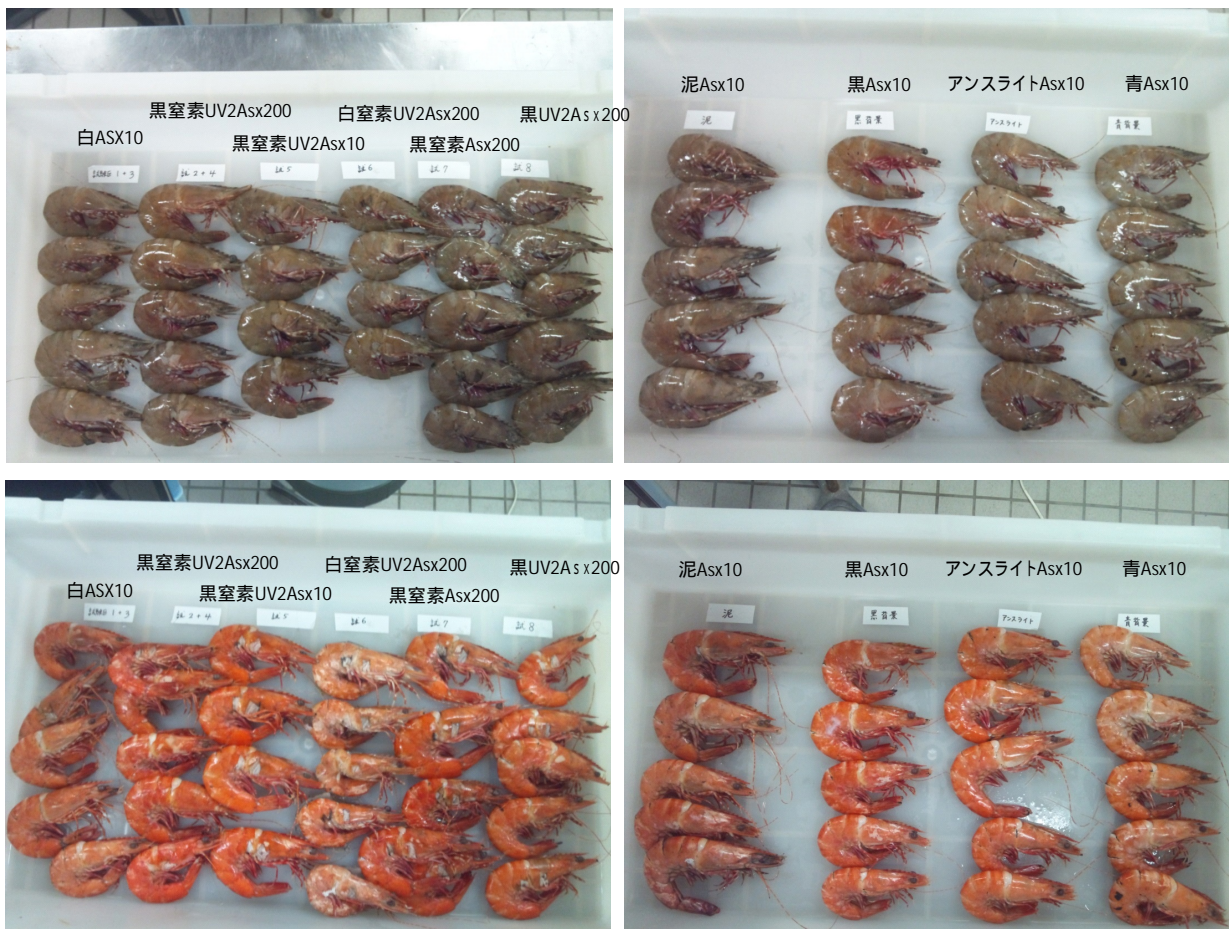


写真1. 試験終了時のN03の各試験区におけるクマエビの色彩の比較

ランプ(波長320nm以下のUV-B, UV-C)を波長の異なるブラックライト(ピーク波長365nmのUV-A)に変更した。

試験3においても白水槽の生残率が高い傾向を示したのに対し、を除いて黒水槽の生残率は低い傾向を示した。紫外線ライトを殺菌力がなく、日焼け作用があるブラックライトに変更することで紫外線照射区の生残率は改善され、明瞭な黒化は認められなくなった。ブラックライトによってのように60%以下の低い値を示す試験区がみられたがのように80%を超える試験区も認められた。

Asx200mg/kg投与区では総じて生残率の分散が大きいこと、及び脱皮の頻度が大きい傾向が認められた。N₂ガスの添加区においても総じて低い生残率を示した。

各試験区におけるa*の違い

a*軸は緑～赤を表し、マイナスは緑色、プラスは赤色を示す。

NO2の試験における各試験区の頭胸部、第1復節それぞれのa*は生では黒Asx10が試験開始前の2.4, 2.0倍、白区の2.2, 1.7倍、茹でた状態では黒窒素Asx200が試験開始前の1.8, 1.6倍、白Asx10区(対照区)の1.8, 1.5倍で最も高い値を示した(表4)。青区は白区と黒区の間値を、泥区は青区よりもやや高い値を示した。

NO3の試験における各試験区の頭胸部、第1復節それぞれのa*は生では黒窒素UV2Asx200, 黒窒素UV2Asx10, 黒窒素Asx200, 黒Asx10が試験開始前の1.6~2.0, 2.0~2.6倍で、茹でた状態では1.5~1.8, 1.5~1.6倍を呈した。白Asx10区(対照区)と比較すると、生では1.4~1.7, 1.8~2.4倍で、茹でた状態では1.3~1.5, 1.3倍を呈した。基本的に黒背景色がクマエビ体表の赤色化に

最も強く影響を及ぼしていると考えられる。

これらの結果からクマエビを赤くするには背景色を黒にすることが最も効果的であり、今回の試験ではAsx200mg/kgのハードペレット、紫外線照射及び無酸素化の効果は比較的小さいと考えられる。

ただし、クマエビは彩が良く、調理時に背腸に内容物がない生きたエビは上がりのエビ(死んだエビ)に比べて高価に取引されることから、クマエビは生きていることが大前提であり、黒い水槽を用いることで生残率が低下する原因を明らかにし、解決する必要がある。

謝 辞

本事業の供試エビの入手に全面的にご協力いただいた徳島市漁協の職員の皆様に記して謝意を表します。

文 献

Michael F. Tlusty, Anita Metzler, Sara Huckabone, Sutara Suanda & Saskia Guerrier, Morphological colour change in the American lobster (*Homarus americanus*) in response to background colour and UV light. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, **43**(2009) 247-255.

Nicholas M. Wade., Mike Anderson, Melony J. Sellars, Ron K. Tume, Nigel P. Preston and Brett D. Glencross, Mechanisms of colour adaptation in the prawn *Penaeus monodon*. *The Journal of Experimental Biology* **215**(2012) 343-350.

Nicholas M. Wade., Alyssa Budd, Simon Irvin, Brett D. Glencross, The combined effects of diet, environment and genetics on pigmentation in the Giant Tiger Prawn, *Penaeus monodon*. *Aquaculture* **449** (2015) 78-86.