

(5) アラメ藻場再生緊急技術開発試験

蒲原 聡・服部克也・原田靖子・甲斐正信

キーワード；藻場，サガラメ，アイゴ，食害

目 的

伊勢湾湾口部の岩礁域には、多年生の大型褐藻であるサガラメ（アラメ属）が優占するサガラメ藻場が分布していた。しかし、平成10年以降、毎年晩夏～秋に葉体の凋落を繰り返し、13年以降は内海、渥美に小規模な群落を残して消滅している。その原因のひとつとして、暖海性魚類のアイゴによる食害が影響していると推測されている。¹⁻³⁾

サガラメ藻場の消失は、サガラメを餌とするアワビなどの磯根資源や藻場が生育場となっている魚介類資源に大きな影響を及ぼすことから、サガラメ藻場を再生する技術を開発する。

本試験では、藻場調査による植生観察、サガラメの増殖試験および魚類、特にアイゴに対する食害防除試験を実施した。

材料及び方法

(1)藻場調査

サガラメの残存区である内海地先、消滅区である豊浜地先において、潜水調査により植生を観察した。⁴⁾

(2)増殖試験

サガラメ配偶体の分離、培養、保存、胞子体の人工的生産、幼体の培養、種苗板への着生・中間育成及び種苗板の岩礁への固定試験を実施した。

培養している配偶体を、10月11日から成熟条件⁵⁾にして、10月24日には胞子体となった。培養を継続して0.3~0.5 mmに生長した胞子体を、海水に3%のアルギン酸ナトリウムを溶解したものに混ぜて混合ゾルを作成し、11月7日に種苗板へ塗布した。屋外75t水槽にて中間育成を行った後、全長1~5 cmの幼体となった種苗を、12月15日に消滅区の海底へ水中ボンドにより設置した。(写真1)

(3)食害防除試験

アイゴの分布状況及び食性等を把握するため、サガラメの残存区及び消滅区において、小型定置網で漁獲されたアイゴの漁獲尾数及びアイゴの胃内容物を調査した。

食害防除試験として、防除網による方法とトゲモクや人工海藻などの混植による方法を検討した。防除網としてドーム形状の網（目合い4.5 cm角、形状は図1に示した）を、移植したサガラメに5月12日から12月7日まで被せた。途中、6月21日、8月19日及び10月14日に網の交換を行った。混植は、目隠しや摂餌の障害となることを想定し、トゲモク、カジメ及び人工

海藻を用いて、移植したサガラメを7月6日から12月7日まで囲い込んだ。

結果及び考察

(1)藻場調査

観察された植生を表1,2に示した。⁶⁾大型海藻のうち通年藻場を形成する多年性の海藻は、内海地先のサガラメのみであった。

(2)増殖試験

胞子体及び海中で鍾の役目をする砂を、海水に3%のアルギン酸ナトリウムを溶解させたものに混ぜて作成した混合ゾルを、アワビ増殖礁へ平成16年12月に直接塗布した。このサガラメ幼体は、平成17年4月には10~20 cmに生長していた。(写真2) また、種苗板により平成16年12月に移植した幼体は、6月には30 cmに生長していた。(写真3) 今年度移植したサガラメについては、今後観察する。

(3)食害防除試験

アイゴの1日1統当たりの漁獲尾数の推移を図2に示した。漁獲尾数の最大値は、消滅区では1,530尾統・日、残存区では100尾統・日であり、消滅区は残存区より漁獲尾数が多かった。6~12月に漁獲されたアイゴの胃内容物は、70%以上が植物性であった。植物の内訳は、アオサ類、マクサ、ノコギリモク、アマモなどであった。

防除網で囲った方法では、サガラメはアイゴによる食害が認められずに側葉長50 cmまで生長した。(写真4) また、アイゴの食害は、8月中旬から始まることが分かった。混植試験のトゲモク及び対照区では、食害を確認してから20日で、カジメ及び人工海藻では30日でサガラメが選択的にアイゴの食害¹⁻³⁾を受けて枯死した。(写真5、図3)

なお、この試験は水産庁交付金事業により実施した。

引用文献

- 1) 中山恭彦 (1999) 南伊豆・中木における藻食性魚類3種によるカジメの採食. 藻類, 47, 105-112.
- 2) 桐山隆哉 (2001) 藻食性魚類数種によるクロメの摂食と摂食痕. 水産増殖, 49(3), 431-438.
- 3) 増田博幸 (2000) 藻食性魚類アイゴの食害による造成藻場の衰退. 水産工学, 37(2), 135-142.
- 4) 磯焼け診断指針作成事業委員会 (2001) 磯焼け診断指針. 社

団法人全国沿岸漁業振興開発協会.

- 5) 伏屋 満 (1981) フリー芽胞体の親網直接採苗によるワカメ養殖 (Ⅲ), 昭和55年度愛知県水産試験場業務報告 67-71.
- 6) 山田幸男 (1961) 原色日本海藻図鑑. 保育社, 大阪, 1-121.



写真1 種苗板の設置状況

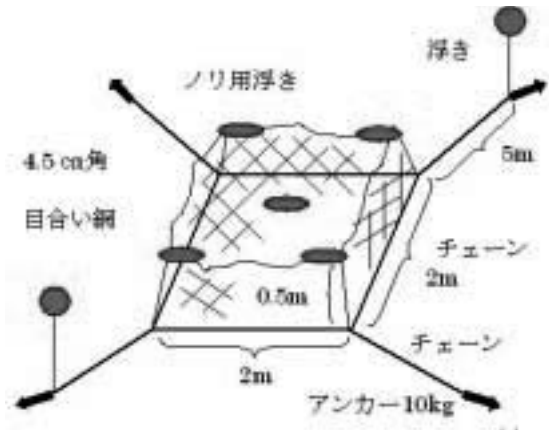


図1 食害防除網の構造

表1 植生調査結果 (内海地先)

(1m²当りの主な海藻・動物)

項目	5月25日			9月15日		
	0m	1m	2m	0m	1m	2m
水深	0m	1m	2m	0m	1m	2m
底質	岩	岩・砂	岩・砂	岩	岩・砂	岩・砂
大型海藻	サガラメ	サガラメ	サガラメ	サガラメ	サガラメ	サガラメ
小型海藻	ウスカワカニノテ	マクサ	マクサ	マクサ	マクサ	マクサ
	ハリガネ	ビリヒバ	ヒトツマツ	ウスカワカニノテ	ウスカワカニノテ	ウスカワカニノテ
	オキツリ	マルバグサ	ネジモク	ヘトリカニノテ	ヒトツマツ	ヘトリカニノテ
	タンバノリ	ハイウスバノリ		マタボウ	タンバノリ	ヒトツマツ
	オオムカデノリ			ヒトツマツ		
	ビリヒバ					
動物	アメフラシ	アメフラシ	アメフラシ	ムラサキウニ	ムラサキウニ	ムラサキウニ
	ムラサキウニ	コシダカガンガラ	ムラサキウニ	コシダカガンガラ	コシダカガンガラ	サザエ
			コシダカガンガラ	サザエ	サザエ	
			ナマコ			

表2 植生調査結果 (豊浜地先)

(1m²当りの主な海藻・動物)

項目	4月25日			9月9, 16日		
	0m	1m	2m	0m	1m	2m
水深	0m	1m	2m	0m	1m	2m
底質	岩盤	岩盤	岩盤・砂	岩盤	岩盤	岩盤
大型海藻	ワカメ	ワカメ	ワカメ	-	-	-
小型海藻	マクサ	マクサ	マクサ	ウスカワカニノテ	マクサ	マクサ
	ウスカワカニノテ	ウスカワカニノテ	ウスカワカニノテ	フサカニノテ	ヒトツマツ	ウスカワカニノテ
	フサカニノテ	フサカニノテ	フサカニノテ	ヒトツマツ	ヨレモク	フサカニノテ
	ヒトツマツ	ヒトツマツ	トゲモク	ヨレモク	トゲモク	ヒトツマツ
	トゲモク	コメノリ		シワヤハズ		ヨレモク
		フクロノリ				シワヤハズ
動物	アメフラシ	アメフラシ	アメフラシ	-	ムラサキウニ	ナマコ
	ムラサキウニ	トコブシ	ムラサキウニ			
			ナマコ			



写真2 直接塗布したサガメの生長



写真3 種苗板で移植したサガメの生長

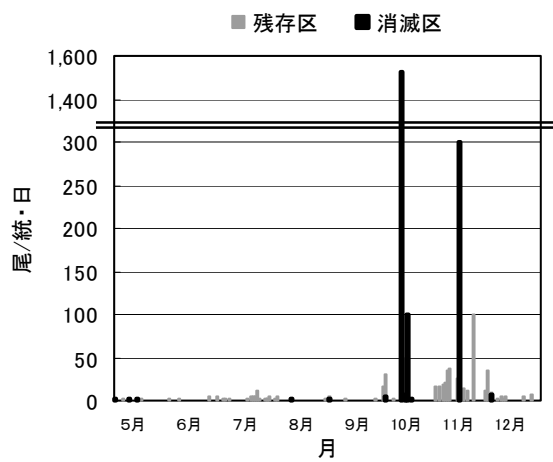


図2 小型定置網によるアイゴの漁獲尾数



写真4 防除網撤去後のサガメ



写真5 对照区の食害状況

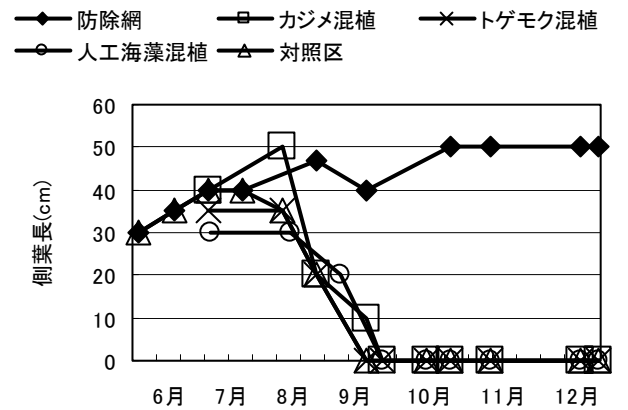


図3 防除内容別の側葉長の変化

(6) 有用貝類生産体系構築調査

岡本俊治・三宅佳亮・小澤歳治・柳澤豊重

キーワード；アサリ，微小稚貝，移植，小鈴谷，ツメタガイ，食害

目的

昨年度に引き続き、アサリ漁獲量が減少している海域を対象に減少原因の究明と好適漁場の条件整理及び微小稚貝移植の有効性を検討した。昨年度の調査では、移植アサリ稚貝が秋から冬にかけて大きく減耗している状況が明らかになったため、今年度はその状況を詳細に調査し、微小稚貝の移植による資源増大手法を検討した。

材料及び方法

調査対象海域は、常滑市小鈴谷地先とした。(図1)

平成17年9月30日に豊川河口で採取したアサリ稚貝6,000kg(平均殻長17.87mm, 平均重量0.73g, 殻長範囲11~23mm)を試験区内(8,000m²)へ移植し、その後の生残状況を調査した。また、移植時に稚貝の潜砂試験を行い、稚貝の活力を把握した。

移植後の調査は、17年10月6日から18年1月25日までに7回、試験区内及びその周辺(以下調査範囲という。図2)において、当水産試験場で開発した吸引式ベントスンプラー¹⁾を用いて採泥し、アサリや他の二枚貝類を計測した。採泥は、調査範囲内に設けた4測線(L.1~4)で1測線当たり4~9回行った。

また、調査範囲内で17年10月3日から18年2月15日まで移植アサリ稚貝のカゴ飼育試験と食害生物調査を行った。カゴ飼育試験は稚貝を収容したカゴをL.2測線上に2カ所設置し、約1カ月間の飼育を4回行った。食害生物調査は干潮時の目視と坪狩りにより行った。

一方、調査範囲内の底面変化を把握するため、ポールを立て、食害生物調査時に地盤高の増減を観察した。

結果及び考察

調査範囲内の底質は、L.1~3は均一な細砂であった。

潜砂試験については、試験開始30分後にはすべての個体が潜砂したことから、アサリ稚貝は減耗なく移植できたと考えられた。

移植後の調査においては、移植前には移植時殻長範囲の稚貝がほとんどいなかったこと、カゴ飼育試験では飼育貝に成長がほとんどなかったこと(表1)から、採集アサリのうちこの殻長範囲のものを移植稚貝とした。

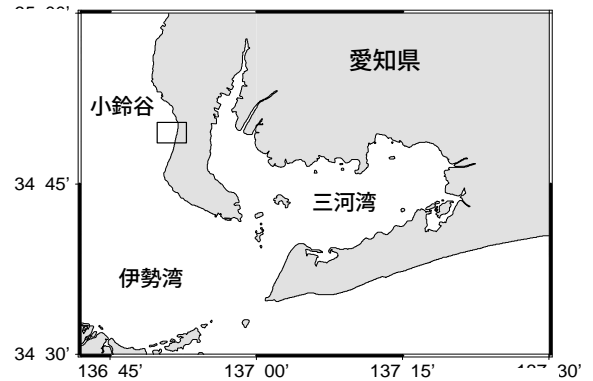


図1 調査対象海域

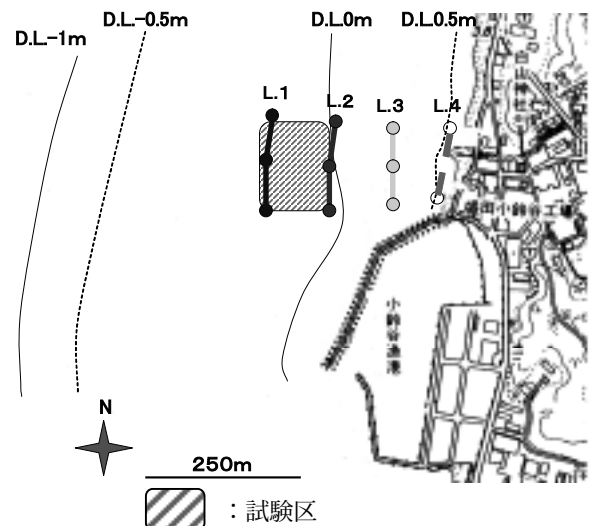


図2 調査範囲の位置図

移植稚貝の各測線における平均密度は、移植後1カ月程度は移植範囲であるL.1で高かったが、その後2カ月の間に急速に低下し、それ以降他の測線と同程度となった。(図3)また、シオフキガイ(殻長23mm以上)の同平均密度は調査開始時から低下し、移植アサリ稚貝の減耗よりも早い2カ月後にはほとんど見られなくなった。(図4)

カゴ飼育試験では、第1, 2, 4回試験は生残が良かったが、第3回試験では飼育期間中にカゴが3cm程度埋没し飼育稚貝のほとんどが全滅した。(表1)

一方、食害生物調査では、ツメタガイが調査開始時からL.2より沖側で多く見られたが、岸側の干出部や潮溜まりにはほとんど見られず、その境界は明瞭に分かれて

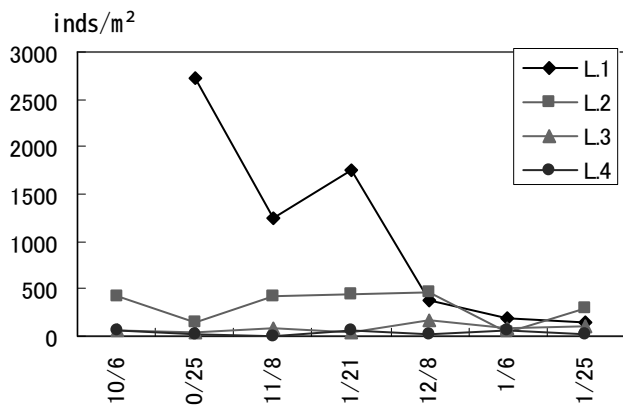


図3 移植アサリ稚貝の密度の推移

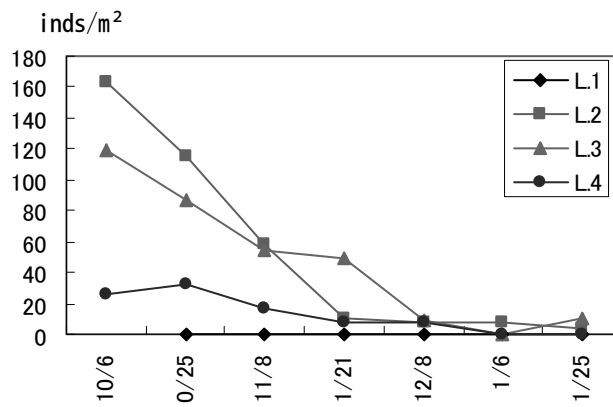


図4 シオフキガイ（殻長 23mm以上）の密度の推移

いた。(図5) ツメタガイのL.1での坪狩り調査時最大平均密度は12.5個/m²であり、調査終了時にもその密度が維持されていた。また、その他の食害生物は、スナヒトデ、モミジガイが散見された程度であった。

底面変化については、1カ月程度の調査間隔の間に0~3cmの増減を繰り返した。

17年度も16年度と同様に秋から冬季にかけて、移植アサリ稚貝が大きく減耗した。この稚貝が大きく減耗した時期は、海水温が低下し、北西の季節風が強まる時期であった。調査対象海域はこの季節風による波浪を沖から受ける地形であるため、この時期に最大の底面変化があり、カゴ飼育試験においてもこの時期にカゴが砂の移動により埋没した。これらのことから、稚貝の減耗には波浪による掘り起こしが影響したものではないかと考えられた。しかし、移植アサリ稚貝が減耗した時期に、移植範囲外の側線では稚貝の大きな減耗はなく、移植サイズ以外のアサリについても大きな減耗は認められなかった。一方、ツメタガイの分布範囲では、アサリ、シオフキガイの生息密度が低下し、調査終了時には両貝はほとんど見られなくなっていた。カゴ飼育試験でもカゴが埋没した以外は、移植稚貝の減耗時期においても、高い生残率があった。これらのことから、移植稚貝の減耗には、ツメタガイによる食害の影響をより大きく受けていたものと考えられた。移植稚貝の減耗は、移植後2カ月間に約1,000個/m²、重量換算で730g/m²と算定された。一方、ツメタガイの2カ月間の捕食量は、食害生物調査におけるその最大分布密度と過去の飼育摂餌試験結果²⁾から2,363g/m²と算定された。ツメタガイはアサリよりもシオフキガイを優先して捕食することや、²⁾今回調査ではマテガイを捕食中の個体が多かったことから、今回算定されたツメタガイの捕食量は移植アサリ稚貝の減耗量に十分見合うものと考えられた。

アサリ資源の増大には、食害防除手法の確立も重要であることが示された。特に今回の食害種であったツメタ

ガイは、その分布域が地盤高によって明瞭に分かれていたことから、人為的な地盤高の調整など、食害生物にとって不適な環境へ漁場を改良することで食害を防除、軽減できる可能性が示された。今後は、食害生物の生態を詳細に把握し、食害防除の観点を含めた漁場造成、改良手法の提示が必要であると考えられた。

なお、本事業は水産庁水産基盤整備調査委託事業として実施した。

参考文献

- 1) 荒川純平・岡本俊治・甲斐正信・岡村康弘・小澤歳治(2005)平成16年度愛知県水産試験場業務報告,16-17.
- 2) 瀬川直治・服部克也(1997)伊勢湾小鈴谷干潟におけるツメタガイによるアサリの食害.愛知県水産試験場研究報告,4,41-48.

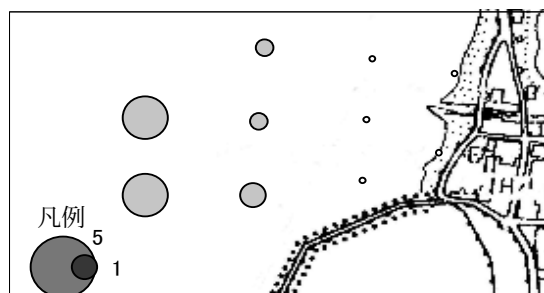


図5 ツメタガイの分布(個体/m²)
(平成18年1月12日 夜間目視調査)

表1 カゴ飼育試験結果

	期 間	生残率	平均生残率	開始時平均殻長	終了時平均殻長
第1回	1	17.10.3~17.11.2	84.0%	81.5%	17.60mm
	2	"	79.0%		17.62mm
第2回	1	17.11.2~17.12.1	88.8%	90.6%	17.96mm
	2	"	92.5%		18.03mm
第3回	1	17.12.1~18.1.12	0%	1.9%	17.78mm
	2	"	3.8%		-
第4回	1	18.1.12~18.2.15	80%	80.0%	17.81mm
	2	"	80%		18.10mm

2 内水面増養殖技術試験

(1)ウナギ養殖技術試験

加温ハウス飼育試験

鈴木貴志・石田俊朗・中川武芳

キーワード；ウナギ，脊椎骨変形，2-メチルイソボルネオール，ジェオスミン

目 的

(1)脊椎骨変形対策試験

ウナギの脊椎骨変形（脊椎骨湾曲症，いわゆる「曲がり」）は古くから知られており，その発生率は平均で6～7%（重量比），時には20%を超える発生が認められる。これまでアンケートによる発生状況調査やミネラル添加試験等が行われているが，原因解明には至っていない。しかし，昨年度に複数の養鰻池で行った発生時期調査の結果から，ウナギの「骨曲がり」は遺伝等による先天的奇形である可能性は低く，養殖過程で生じる後天的要因（飼育環境要因等）によると推察された。そこで本年度は，昨年度予測された飼育環境要因のひとつである「飼育水」の脊椎骨への影響について検討した。

(2)カビ臭対策試験

ウナギの異臭（カビ臭）はその商品価値を著しく低下させ，近年のウナギ輸入量の増加や国内産地間競争の激化と相まって，養殖経営を圧迫している。カビ臭が着臭しない養殖管理法を確立するためには，カビ臭の原因物質の特定，着臭機構の解明，さらに除去・予防法の開発が必要であるが，現在，ウナギのカビ臭に関する知見は少ない。そこで本試験では，産業規模でのウナギ養殖において，どの時期にどの程度カビ臭が発生しているかを把握するために，ニジマスやアメリカナマズで異臭の原因とされ，異臭ウナギにも多く含まれる2-メチルイソボルネオール(2-MIB)とジェオスミンの濃度を指標とし発生状況調査を行った。

材料及び方法

(1)脊椎骨変形対策試験

ウナギの骨曲がりが多発する養鰻業者所有の養鰻池（業者池）の「飼育水」が曲がりの発生要因となっているかを検討するため，業者池の飼育水を週2回水産試験場(水試)に設置した1トンFRP水槽に移し，オーバーフローによる換水を行って，これまで骨曲がり確認され

た例のない水試の養鰻池（水試池）で養成したウナギを約100尾収容して飼育した（実験1）。また，曲がりが多発する業者池において養成されたウナギ約150尾を水試に設置した1トンFRP水槽に収容し，水道水を使って飼育した（実験2）。各試験に用いたウナギは曲がりが発生し始める池入れ後約2カ月のものを用い，試験期間は約2カ月間，給餌は毎日1回飽食量与えた。試料採取は実験開始時に供試魚を採取した水試池から約100尾，業者池から約150尾を採取し，試験終了時には生き残った全個体を取り上げた。採取した試料は，採取直後に曲がり個体率（肉眼と触診により1カ所以上の変形カ所が確認された個体の割合）を求めた。その後，脊椎骨の状態を詳しく観察するため，（独）水産総合研究センター養殖研究所において，軟X線解析装置を用いて撮影を行い，骨異常個体率（異常な脊椎骨が1つ以上確認された個体の割合），骨異常の程度（異常カ所を+1，+2，+3の三段階で判定），総異常骨数（全試料の異常骨の総数）を求めた。

(2)カビ臭対策試験

一色地区の養鰻業者の協力を得て，平成17年3月7日から定期・定点調査を開始し（最終調査は9月26日），GC-MS分析によるカビ臭成分分析を行うために，皮を含む筋肉（可食部），肝臓，給水前の用水（原水），池の水（飼育水）を採取した。可食部，肝臓については，6月までは30日おき，それ以降は2週間おきに複数個体から可食部20g，肝臓2gを採取し，ホモジナイズ，水蒸気蒸留を行い，溜液をGC-MS分析に用いた。原水，飼育水については6月まで2週間おき，それ以降は毎週1回採水し，そのままGC-MS分析に用いた。なお，GC-MS分析は愛知県衛生研究所の協力を得て行った。

結果及び考察

(1)脊椎骨変形対策試験

実験1 (表1)

水試池における試験開始時の曲がり個体率は0%, 骨異常個体率は1.0%, 三段階評価は+1が1.0カ所, 総異常骨数は2.0個であった。試験終了時の水試池の曲がり個体率は0%, 骨異常個体率は2.8%, 三段階評価は+1が2.8カ所, +2が0.9カ所, 総異常骨数が8.5個であり, 水試池では曲がりは発生していなかった。一方, 1トンFRP水槽において業者池の飼育水で飼育した試験区においても, 曲がり個体率は0%, 骨異常個体率は3.2%, 三段階評価は+1が4.3カ所, +2が1.1カ所, 総異常骨数が11.7個であり, 曲がりは発生していなかった。このことから, 業者池の「飼育水」のみによって曲がりが誘発されている可能性は低いと考えられた。

実験2 (表2)

業者池における試験開始時の曲がり個体率は0.6%, 骨異常個体率は3.3%, 三段階評価は+1が2.0カ所, +3が1.3カ所, 総異常骨数は13.2個であった。試験終了時の業者池の曲がり個体率は6.7%, 骨異常個体率は16.7%, 三段階評価は+2が13.7カ所, +2が3.9カ所, +3が6.9カ所, 総異常骨数が68.6個であり, 業者池では試験開始から終了までの間に曲がりが大幅に増加していた。一方,

1トンFRP水槽において水道水で飼育した試験区では曲がり個体率は0%, 骨異常個体率は3.3%, 三段階評価は+1が3.3カ所, 総異常骨数は6.7個であり, 試験開始時と比較して正常な個体の割合が高かった。このことから, 曲がりの発生は先天的要因によるものではなく, 飼育方法や, 養鰻池の飼育環境といった後天的な要因による可能性が高いと考えられた。

(2)カビ臭対策試験

期間を通じて, 飼育水と原水よりもウナギの可食部と肝臓の方が高濃度の2-MIB, ジェオスミンが含まれていた。その濃度は肝臓よりも可食部が高く, 肝臓よりも筋肉あるいは体表に蓄積している傾向がみられた(図1, 2)。しかし, 飼育水中の濃度が一定かやや上昇傾向にあるにも関わらず, ウナギに含まれる濃度は経時的に上昇していないことから, 飼育水中の2-MIBとジェオスミンが徐々に蓄積していく可能性は低いと考えられた。また, 原水中の2-MIB濃度が急激に上昇する時期がみられたことから, 原水から2-MIBを生産する放線菌類が混入している可能性が考えられた。

表1. 水試池で養成されたウナギを業者の池の水で飼育した結果 (実験1)

試験区	試料採取日	飼育日数	採取試料数	体重(g)*1	曲がり個体数	曲がり個体率(%)*2	X線撮影個体数	骨異常個体数	骨異常個体率(%)*3	三段階評価*4			総異常骨数*5
										+1	+2	+3	
水試池(実験開始時)	平成17年5月19日	-	100	5.64±3.39	0	0.0	100	1	1.0	1.0	0.0	0.0	2.0
水試池(実験終了時)	平成17年7月22日	65	106	32.48±26.22	0	0.0	106	3	2.8	2.8	0.9	0.0	8.5
水試1トンFRP(業者池の飼育水)	平成17年7月22日	65	94	20.59±19.23	0	0.0	94	3	3.2	4.3	1.1	0.0	11.7

- *1 平均値±標準偏差
- *2 変形個体数/採取試料数×100
- *3 骨異常個体数/X線撮影個体数×100
- *4 各段階に該当したカ所数/X線撮影個体数×100
- *5 各カ所に確認された異常骨数/X線撮影個体数×100

表2. 業者池で養成されたウナギを水道水で飼育した結果 (実験2)

試験区	試料採取日	飼育日数	採取試料数	体重(g)*1	曲がり個体数	曲がり個体率(%)*2	X線撮影個体数	骨異常個体数	骨異常個体率(%)*3	三段階評価*4			総異常骨数*5
										+1	+2	+3	
業者池(実験開始時)	平成17年3月28日	-	156	7.14±2.49	1	0.6	151	5	3.3	2.0	0.0	1.3	13.2
業者池(実験終了時)	平成17年6月15日	80	105	88.24±36.62	7	6.7	102	17	16.7	13.7	3.9	6.9	68.6
水試1トンFRP(水道水)	平成17年6月15日	80	150	40.05±26.06	0	0.0	150	5	3.3	3.3	0.0	0.0	6.7

- *1 平均値±標準偏差
- *2 変形個体数/採取試料数×100
- *3 骨異常個体数/X線撮影個体数×100
- *4 各段階に該当したカ所数/X線撮影個体数×100
- *5 各カ所に確認された異常骨数/X線撮影個体数×100

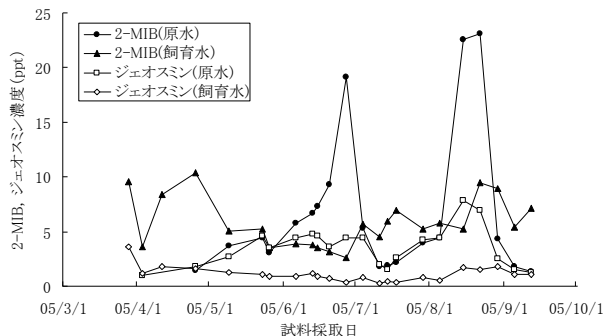


図1. 原水, 飼育水中の2-MIB, ジェオスミン濃度変動

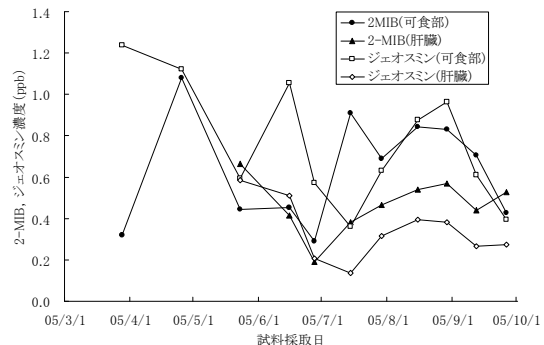


図2. 可食部, 肝臓中の2-MIB, ジェオスミン濃度変動