

閉鎖性海域の環境創生プロジェクト研究事業 アコヤガイ洗浄排水浄化技術の開発

山形 陽一・奥村 宏征・渥美 貴史・山本 修*

目 的

真珠養殖において、アコヤガイの洗浄は飼育管理上欠かせない作業の一つであるが、洗浄時の排水は多くの場合、そのまま海域に排出されている。洗浄排水に伴う汚染負荷は、陸域からの負荷の1/3に達するという報告もあり、養殖に伴う負荷が自家汚染といわれる要因になっている。したがって、洗浄排水を浄化処理してから海域へ戻せば、養殖負荷の削減につながり、より環境に優しい養殖の実現に一步近づくことになる。そこで、浄化装置の設計・試作をジャパンテクノメイト株式会社が担当し、その処理能力を三重県水産研究部が評価することにより、真珠養殖用の作業船上で作業に併せて浄化処理を行う機器の開発研究を共同で実施することとした。また、併せて貝掃除に伴う負荷量についても現地調査により明らかにする。

方 法

1. 処理装置の能力評価

昨年度試作した泡沫分離方式によるアコヤガイ洗浄排水処理機の実用化を図るため、集泡・消泡機構と動力源を改良した装置を用いて、9/15に立神の養殖場で実験を行ったが、前年度と異なり泡の発生が極めて少なく装置が機能しなかった。そこで、10/12に立神の別の養殖場で実験を実施したが、やはり泡の発生が極めて少なく、排水の質によっては、泡沫分離による汚濁の除去ができない場合があることが判明した。アコヤガイの洗浄排水が極めて発泡しやすいという特徴に着目して泡沫分離による処理機を開発してきたが、現場ではほとんど発泡しないことがかなりの頻度で発生し、本方式による処理機の実用化は困難と判断した。このため、排水処理機については、より簡便なフィルター方式を検討することとし、本年度は英虞湾での貝掃除に伴う汚濁負荷量の把握調査を重点的に行った。

2. アコヤガイ洗浄排水の水質調査

アコヤガイ洗浄に伴う負荷量については、地域、季節による違いを考慮して、英虞湾の立神、神明、浜島の3カ所、4業者を選定し、4、7、9、10、11月にそれぞれ調査した。各調査時の貝の状態と洗浄条件は表1に示すとおりである。負荷量調査の方法は原則的に昨年度に準じた。即ち、アコヤガイを収容したタテカゴやチョウチンカゴが貝掃除機中を通過中に排水口から排出される洗浄水をポリビンに採水し、負荷量測定用の試料とした。採水は洗浄中に1～4回行い、結果は平均値で示した。また、別途、排水口に開口1.6mmのナイロンネットをかぶせ、約3～9分ネットを通過させた後、ネット上に残った粗ゴミの有機物含量等を測定し、ネット濾過によって回収される汚濁量を求めた。

3. 貝掃除に伴う汚濁負荷量の見積もり

アコヤガイ洗浄排水の水質調査結果をもとに、貝掃除に伴う英虞湾への汚濁負荷量を見積もるため、養殖業者に貝掃除に関するアンケート調査を実施した。アンケートでは、貝掃除を行った時の1日の作業時間や1ヶ月間のうちで何日貝掃除を行うかを月毎に記入してもらい、これをもとに月毎の1人当たりの延べ作業時間を算出した。海域への汚濁負荷量の見積もりについては、アコヤガイ洗浄排水中のTOC、TN、TPの時間当たり排出量を時期に応じて決め、これに1人当たりの作業時間を乗じて業者1人当たりの平均負荷量を算出し、最後に英虞湾での真珠養殖就業者数を乗じ湾全体の年間負荷量を推定した。

4. アコヤガイ洗浄排水の酸素消費速度の測定

7月15日の立神業者Hと7月21日の浜島業者Sの洗浄排水をそれぞれ4試料分採取し、クーロメーター（大倉電気製、OM3100A）を用いて5日間の酸素消費量を測定した。

*ジャパンテクノメイト株式会社

表1 負荷量調査時の貝の状態と洗浄条件

調査 月日	調査場所	貝の状態	採水回数	洗浄水量 L/分	通過時間 秒	1回通過 時の個数	時間当たり 処理数
4月30日	業者N (立神)	チョウチンカゴ(2年貝) 避寒漁場から移動後、 水処理で大型付着物 を落とす、1籠60個	2回	81.1	36.6 (2籠)	120	11803
7月15日	業者H 1 (立神)	タテカゴ(3年貝)	4回	63.2	95 (2枚)	48	1819
7月16日	業者H 2 (立神)	タテカゴ(3年貝)	1回	55.8	87 (2枚)	48	1986
7月21日	業者S 1 (浜島)	1段4個×6段、24個収 容、12日前に掃除 タテカゴ(3年貝)	3回	92.4	38.4 (1枚)	28	2625
	業者S 2	1段4個×7段、28個収 容、11日前に掃除 チョウチンカゴ(3年貝) 4月から洗浄せず	1回				
9月15日	業者N (立神)	1段7個×6段、42個収 容、13日前に掃除 タテカゴ(2年貝)	3回	92.2	37.2 (1枚)	42	4065
10月4日	業者N (立神)	1段9個×6段、54個収 容、20日前に掃除 タテカゴ(2年貝)	3回	93.8	37 (1枚)	54	5254
10月12日	業者H (立神)	1段4個×10段、40個 収容、13日前に掃除 タテカゴ(2年貝)	4回	127	49.7 (2枚)	80	5795
10月28日	業者M (神明)	1段4個×8段、32個収 容、8日前に掃除 タテカゴ(3年貝)	3回	90.7	77 (2枚)	64	2992
11月22日	業者S (浜島)	1段4個×8段、32個収 容、9月19日に掃除、 10月17日に水消毒。台 風のため、作業遅れる タテカゴ(2年貝)	3回	110	51 (2枚)	64	4518

結果および考察

1. アコヤガイ洗浄排水による負荷量

洗浄排水による負荷量は、各調査時における洗浄排水中のTOC, TN, TPの各濃度と洗浄水量から、1時間作業を行った場合に発生する負荷量として算出した。

貝掃除に伴う時間当たりの負荷量は図1に示すように、春先の越冬後の貝は汚れが大きく、夏場は貝掃除の回数がふえるので、汚れは少なくなり、秋になると少し増加するという傾向がみられた。しかし、7月21日の浜島チョウチン籠や11月22日の浜島にみられるように、2~3ヶ月放置した時の汚れは他に比べて圧倒的に大きく、場所や時期による違いよりむしろ貝掃除の間隔が汚れに大きく影響していることがわかった。

貝掃除機の排水口に装着したナイロンネットで回収された粗ゴミの性状とTOC, TN, TPを分析した結果、回収物の水分含有率はおおよそ70%、回収物中に占める有機物の比率は湿重量比で約6%であり、その性状からみてアコヤガイの端先等に由来する無機物が主体であっ

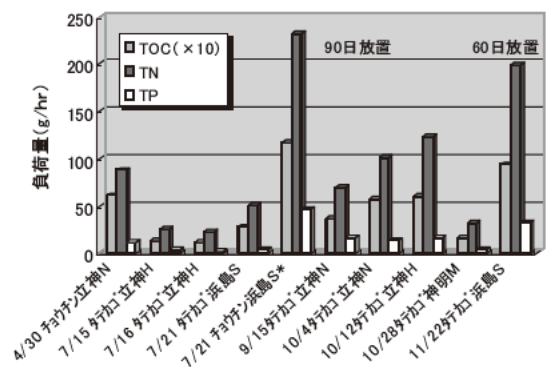


図1 貝掃除時間当たり負荷量

た。排水全体のTOC, TN, TP量とネットで回収されたこれらの量から回収率を計算すると表2のとおりとなった。C, Nの回収率はほぼ10~40%の範囲で、良く類似した値を示した。これに対して、Pの回収率は低く、6~19%の範囲であった。平均値はTOCで26.6%, TNで28.4%, TPで10%となり、洗浄排水の負荷の1/4程度は簡単なネット濾過だけで回収できることが示唆された。

表2 ネットによるC,N,Pの回収率

	ネット回収率(%)		
	TOC	TN	TP
4/30 チョウチン立神*	35.5	39.6	7.0
7/15 タテカゴ立神H	27.6	25.3	6.3
7/16 タテカゴ立神H	29.5	32.9	14.5
7/21 タテカゴ浜島S	11.6	14.0	7.3
9/15タテカゴ立神N	39.8	40.8	19.3
10/12タテカゴ立神H	14.4	20.9	12.6
10/28タテカゴ神明M	26.4	23.8	6.1
11/22タテカゴ浜島S	27.6	29.9	6.9
平均値	26.6	28.4	10.0

2. 貝掃除に伴う海域への汚濁負荷量の見積もり

表3に示した負荷量の原単位を用いて、英虞湾全体への貝掃除に伴う負荷量を見積もった。貝掃除の作業時間については、アンケート調査結果から月毎の1人当たりの延べ作業時間を算出し、全体に拡大する場合の基礎数値とした。結果は表4に示すとおりで、貝掃除は7～10月に集中的に行われており、貝掃除に伴う年間負荷量は、TOC 35トン、TN 6.8トン、TP 1トンと推定された。

表3 貝掃除に伴う負荷量計算に用いた原単位

	TOC	TN	TP
	(g/h)	(g/h)	(g/h)
4,5月に適用した値 *	611	88	11
6月以降に適用した値 **	398	78	12

*4月30日立神の値
**7～11月の平均値

表4 1人当たりの延べ貝掃除時間から推定した年間負荷量

	月別作業時間と1人当たり負荷量(kg/人)										H15年 就業者	年間負荷量 (トン/年)	
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年合計			
作業時間(和具)	0.3	2.2	14.3	43.9	22.1	40.0	39.9	11.3	0.0	174			
(立神)	1.9	1.9	8.6	18.9	24.1	23.6	26.2	10.3	0.4	116			
(神明)	5.1	5.3	20.4	42.7	31.1	32.7	40.0	29.7	0.3	207			
3地区平均値(h)	2.4	3.1	14.4	35.2	25.8	32.1	35.4	17.1	0.2	166			
負荷量	TOC	1.49	1.92	5.75	14.0	10.27	12.8	14.1	6.81	0.09	67.2	521人	35.0
	TN	0.22	0.28	1.13	2.74	2.01	2.50	2.76	1.33	0.02	13.0	521人	6.8
	TP	0.03	0.04	0.17	0.42	0.31	0.38	0.42	0.20	0.00	2.0	521人	1.0

表5 過去の調査事例との比較

	TOC	TN	TP
	(トン/年)	(トン/年)	(トン/年)
今回の調査	35	6.8	1
三重県環境部(2000年)	130	38.4	1.7
上野ら(2000年)	45.3*		

*上野らはPOCの値

3. アコヤガイ洗浄排水の酸素消費量

クーロメーターで測定した5日間の酸素消費量をBODとして捉え、この値と供試した排水のTOC、TN濃度との関係を図2に示した。TOC、TN濃度と5日間酸素消費量との間にはいずれも強い相関があり、排水中のTOC、TN濃度からその排水の潜在的な酸素消費量が推定可能であることが示唆された。今回調査した洗浄排水中のTOCとTN濃度の平均値から洗浄排水の平均的な酸素消費量を算出すると、約154mgO₂/lと推定された。英虞湾全体での貝掃除の洗浄水量は年間累積で487000トンと推定されており、これに洗浄排水の酸素消費量154mgO₂/lを乗じ、英虞湾全体での貝掃除に伴う年間の酸素消費量を算出すると75000kgとなった。なお、実際の海域の酸素消費形態はクーロメーターでの測定条件とはかなり異なるので、これより相当小さい値になることが予測される。また、浅い海域では、排水中の懸濁物は分解が進むまでに沈降して、新生堆積物となって底泥の酸素消費に転換する分も少なくないと考えられる。

英虞湾でのアコヤガイの洗浄に伴う排水の水質や海域への負荷量を調査した事例は極めて少ない。近年では、上野ら(海岸工学論文集 第47巻、2000)および三重県環境部(英虞湾環境再生事業に係る基礎調査報告書、2000)の報告がある。今回の調査結果との比較を表5に示した。過去の調査結果はいずれも過大に見積もられていた可能性が高い。

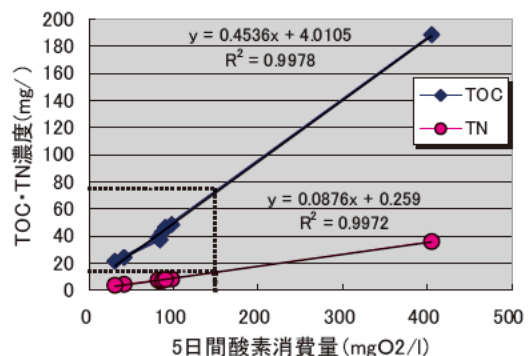


図2 洗浄排水の酸素消費量とTOC・TNの関係